

**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**QUANTIFICAÇÃO DO MANGANÊS PRESENTE NOS FUMOS
GERADOS EM PROCESSOS DE SOLDAGEM A ARCO-
ELÉTRICO**

Ricardo Brüggmann Mühle

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
JULHO/2008**

**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**QUANTIFICAÇÃO DO MANGANÊS PRESENTE NOS FUMOS
GERADOS EM PROCESSOS DE SOLDAGEM A ARCO-
ELÉTRICO**

Ricardo Brüggmann Mühle

**Trabalho apresentado à Universidade
Federal de Santa Catarina para Conclusão
do Curso de Graduação em Engenharia
Sanitária e Ambiental**

**Orientador
Prof. Dr. Henrique de Melo Lisboa**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
JULHO/2008**

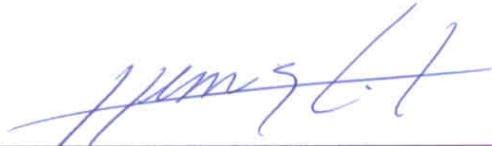
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**QUANTIFICAÇÃO DO MANGANÊS PRESENTE NOS FUMOS GERADOS EM
PROCESSOS DE SOLDAGEM A ARCO-ELÉTRICO**

RICARDO BRÜGGMANN MÜHLE

**Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos
para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e
Ambiental–TCC II**

BANCA EXAMINADORA :



Prof. Dr. Henrique de Melo Lisboa
(Orientador)



Me. Gilson Rodrigo de Miranda
(Membro da Banca)



Prof. Esp. Guilherme Farias Cunha
(Membro da Banca)

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
JULHO/2008**

Aos meus pais, Sasso Winhard Mühle e Ernestina Brügmann, pelo incentivo e apoio que sempre me proporcionaram.

A meu irmão, Henrique, pela sua amizade, dedicação e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Henrique de Melo Lisboa, pelo incentivo e suporte para a realização deste trabalho.

Aos Técnicos de Laboratório Jairo Bez Fontana e Arlete Malvina Medeiros pela cooperação e presteza.

Aos amigos Carlos C. Gommersbach, Pedro Luiz Borges Chaffe e Marcelo Vandresen pela amizade, companheirismo e ajuda nas horas difíceis.

Aos companheiros de treino do Clube Náutico Francisco Martinelli pelas longas jornadas a remo nas baías norte e sul.

Aos companheiros do grupo MTBfloripa pelos momentos de diversão nas trilhas e estradas de Santa Catarina..

A todos meus amigos e colegas que direta ou indiretamente me deram forças para a realização deste trabalho.

"Quando o poder do amor superar o amor pelo poder, o mundo conhecerá a paz."

Jimi Hendrix (1942-1970)

SUMÁRIO

	RESUMO.....	viii
	ABSTRACT.....	ix
1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVOS.....	2
2.1.	Objetivo Geral.....	2
2.2.	Objetivos Específicos	2
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1.	Soldagem	3
3.1.1.	<i>Os Processos de Soldagem a Arco-elétrico</i>	3
3.1.2.	<i>Processos de Soldagem Eletrodo Revestido</i>	4
3.1.3.	<i>Processos de Soldagem MAG</i>	5
3.2.	Fumos.....	7
3.2.1.	<i>Fumos Gerados em Processos de Soldagem</i>	7
3.2.2.	<i>Os Efeitos dos Fumos de Soldagem</i>	10
3.3.	Manganês	11
3.3.1	<i>Características e Emprego na Metalurgia</i>	11
3.3.2	<i>Problemática do Manganês</i>	12
3.3.3	<i>O Manganês na Atmosfera</i>	13
3.3.4	<i>Limites de Exposição</i>	13
3.4.	Espectrometria de Massa Acoplada a Plasma Indutivo	14
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	14
4.1.	Infra-estrutura dos Ensaios	14
4.1.1.	<i>Equipamentos de Soldagem e Consumíveis</i>	14
4.1.2.	<i>Equipamentos para Coleta dos Fumos</i>	16
4.1.3.	<i>Equipamentos de Medição</i>	20
4.2.	Procedimentos.....	20
4.2.1.	<i>Procedimentos de Preparação para a Soldagem</i>	20
4.2.2.	<i>Procedimentos de Coleta</i>	20
4.2.3.	<i>Procedimentos de Preparação das Amostras</i>	21
5.	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	22
5.1.	Análise Gravimétrica dos Fumos.....	22
5.2.	Análise do Manganês Presente	23
6.	CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	25
6.1.	Conclusões	25
6.2.	Sugestões para Próximos Trabalhos	25
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
	ANEXOS.....	29

RESUMO

Processos de soldagem a arco-elétrico geram grandes quantidades de fumo que na maioria das vezes possuem manganês como um de seus constituintes. Altas concentrações de fumo são prejudiciais à saúde, e o manganês tem se mostrado como um possível agente neurotóxico. O presente estudo se propôs a medir as concentrações de fumos e de manganês nos processos de soldagem MAG e Eletrodo Revestido. Para tal construiu-se uma capela para a coleta dos fumos que ficaram retidos em membranas de éster-celulose, sendo estas posteriormente digeridas e analisadas por Espectrometria de Massa com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS). As concentrações de fumos encontradas no ambiente experimental foram de $0,96 \text{ g/m}^3$ no processo MAG e de $1,81 \text{ g/m}^3$ no processo Eletrodo Revestido. As concentrações de manganês geradas no processo MAG e Eletrodo Revestido foram respectivamente de 66 mg/m^3 e 108 mg/m^3 .

Palavras-Chave: fumos; soldagem; manganês.

ABSTRACT

The process of electric arc welding generates large amounts of fumes that most often have manganese as one of its components. High concentrations of fumes are harmful to health, and manganese has been shown as a possible neurotoxicity agent. The objective of the present study was to measure the concentrations of fumes and manganese in two welding process, Metal Active Gas (MAG) and Shielded Metal Arc Welding (SMAW). For this goal to be achieved a fume hood was built for the collection of fumes that were retained in Mixed Cellulose Ester (MCE) filters, which were subsequently digested and analyzed with Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). The mean fume concentration measured in the experimental environment was of 0.96 g/m^3 in the MAG process and of 1.81 g/m^3 in the SMAW. The mean manganese concentration generated by the MAG and the SMAW processes were of 66 mg/m^3 and 108 mg/m^3 , respectively.

Key Words: fumes; welding; manganese.

1. INTRODUÇÃO

Seria difícil pensar no mundo atual, com suas imponentes indústrias, meios de transporte, implementos agrícolas e maquinários, sem considerar os processos que permitem a união de diversas partes metálicas para a construção de um conjunto. Esse processo recebe o nome de soldagem, e apesar das maravilhas com a qual contribui, trata-se de um processo intrinsecamente poluidor do ambiente de trabalho e nocivo às pessoas engajadas neste tipo de função.

Existem mais de 50 tipos de processos de soldagem, no entanto os de maior interesse recaem sobre aqueles nos quais os metais são fundidos por arco-elétrico, por serem os mais utilizados, tanto na fabricação quanto na manutenção. Estima-se que os processos a arco-elétrico sejam responsáveis por cerca de 90% de todos os trabalhos de solda realizados.

Segundo Hewitt (2001), a função de soldador corresponde a 1% da força de trabalho em alguns países industrializados. O que nos leva a uma grande quantidade de pessoas imersas em um ambiente de trabalho insalubre. Aos processos de soldagem está relacionada uma série de potenciais riscos aos trabalhadores. Dentre eles pode-se citar o de choques elétricos, queimaduras, irritações da pele, perda da visão, perda da audição, asfíxia, doenças respiratórias e neurológicas.

O presente trabalho objetivou um estudo experimental para a caracterização e comparação de dois processos de soldagem quanto à emissão de fumos e a concentração do elemento manganês presente nestes fumos. O interesse quanto à quantificação de manganês adveio do fato de que vários estudos como os de Bowler et al. (2006b) e Ellingsen et al. (2003) vêm apontando este elemento como um possível agente neurotóxico. Para a determinação das concentrações de manganês utilizou-se o método de Espectrometria de Massa Acoplada a Plasma Indutivo (ICP-MS).

Os fumos provenientes de soldagem a arco-elétrico são de grande variabilidade, dependem não só do tipo de metal com o qual se trabalha, mas também com o tipo de material que é adicionado durante o processo, assim como dos gases de proteção utilizados, das variáveis na regulagem do aparelho de solda, passando até mesmo pela técnica empregada por cada soldador.

Para realização deste trabalho construiu-se um aparato para proceder à coleta dos fumos gerados em dois processos específicos a arco-elétrico, o processo MAG (Metal Active Gas) e o processo Eletrodo Revestido, estes dois respondem por cerca de 70% de tudo aquilo que é soldado por processos a arco-elétrico.

A falta de uma metodologia cimentada para proceder tal tipo de coleta, uma vez que trabalhos do gênero são escassos, obrigou a criação de um método para tal. Limitações durante a realização do trabalho demandaram ajustes e adaptações. Estas provavelmente não tiveram influência significativa sobre os resultados, vendo que se apresentaram alinhados com a bibliografia consultada.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Comparação entre fumos produzidos em processo de soldagem a arco-elétrico.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar e comparar a concentração de fumos nos processos de soldagem MAG e Eletrodo Revestido;
- Quantificar o manganês presente nos fumos gerados nos processos MAG e Eletrodo Revestido;
- Propor um método para a coleta dos fumos provenientes de processos de soldagem.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. SOLDAGEM

Segundo Quites e Dutra (1979), a soldagem é um processo que visa unir duas ou mais peças, assegurando a continuidade das propriedades físicas e químicas na junta. Operações de união como parafusagem, rebiteagem e colagem não asseguram essa continuidade. Para que a soldagem se torne possível, é necessária a solubilização do material de adição no material de base (peças). A operação de soldagem é conseguida então pela interposição de material adicional na junta e aplicação de grandes quantidades de energia para garantir a fusão das peças.

3.1.1. *Os Processos de Soldagem a Arco-elétrico*

Há uma grande quantidade de tipos de processos de soldagem utilizados para a união de metais, sejam de metais do mesmo tipo assim como de tipos diferentes entre si. Dependendo do tipo de classificação utilizada, os processos de soldagem podem se subdividir em mais de 50 tipos diferentes. Segundo Ramalho (1993), hoje em dia é difícil encontrar-se metais ou ligas que não possam ser soldadas por algum dos métodos de soldagem existentes.

Os processos se dividem em dois grandes grupos baseando-se no método dominante para produzir a solda: soldagem por pressão, e a soldagem por fusão. Os processos por fusão podem ser separados em diversos subgrupos, no entanto, os que utilizam o arco-elétrico como fonte de energia para fundir as peças, são indiscutivelmente os de maior importância industrial na atualidade, uma vez que respondem pela maior parte do material que é submetido a processo de soldagem. (MODENESI; MARQUES, 2000).

Pela necessidade que há de se fornecer grande quantidade de calor para que haja a fusão dos metais que se deseja unir e do metal de adição, grandes quantidades de energia são aplicadas no processo, o que acaba gerando altas temperaturas. Dependendo do processo, as temperaturas atingidas variam largamente, no entanto são reportadas temperaturas determinadas por métodos espectroscópicos que ficam em torno de 6500 K na soldagem com Eletrodo revestido e de 10.000 K a 30.000 K em processos Metal Inert Gas (MIG), Metal Active Gas (MAG), Tungsten Inert Gas (TIG) e Plasma. (MODENESI, 2001).

Devido às altas temperaturas, a região da poça de fusão e do eletrodo necessita de uma proteção gasosa especial que afaste o ar atmosférico. Esta proteção é realizada com gases inertes, ou mesmo uma mistura de gases menos reativos que o ar atmosférico, a fim de garantir as características mecânicas da junta soldada.

Segundo Hewitt (2001), os processos de soldagem a arco-elétrico do tipo Eletrodo Revestido e MAG são os mais utilizados mundialmente, no entanto há pesos diferentes na proporção destes dois processos se tomarmos o grau de desenvolvimento do país em questão. O processo de Eletrodo Revestido, por se tratar de um processo mais barato e acessível, se destaca nos países em desenvolvimento, já o MAG, contribui em maior proporção em relação aos processos a arco-elétrico nos países desenvolvidos.

Em trabalho desenvolvido por Pires et al. (2007), os processos MAG e Eletrodo Revestido também são apontados como os mais intensamente utilizados,

chegando a representar por volta de 70% dos trabalhos de soldagem realizados. Sendo, portanto os que demandam um maior número de pesquisa relativa à emissão de fumos.

Pelo fato de serem estes os dois processos de maior destaque em âmbito mundial, MAG e Eletrodo Revestido, foram estes os processos avaliados no presente trabalho, que buscou caracterizar os fumos gerados por ambos na soldagem de aços de baixo carbono, no caso o aço SAE 1020. A opção pelo uso deste tipo de aço justifica-se justamente por ser de uso mais comum e generalizado, tanto na fabricação como em manutenções.

3.1.2. *Processos de Soldagem Eletrodo Revestido*

A soldagem a arco-elétrico com eletrodo revestido teve a sua primeira patente registrada em 1907, no entanto o processo tomou impulso a partir da Primeira Guerra Mundial. Passou de um mero processo utilizado em reparos para se tornar o processo mais intensamente usado na fabricação, sendo o mais utilizado no mundo por um longo período. (MODENESI; MARQUES, 2000).

A soldagem através de Eletrodo Revestido caracteriza-se pela abertura e manutenção de um arco elétrico entre o eletrodo e a peça a ser unida. O calor gerado pelo arco, funde a peça e o eletrodo simultaneamente. O metal fundido do eletrodo se transfere à peça originando uma poça de fusão, que é protegida pelos gases gerados na combustão do revestimento e pela deposição de escória sobre a poça [6].

A Tabela 1 apresenta as principais características da soldagem por Eletrodo Revestido quanto as suas vantagens, limitações e gama de aplicação. A Figura 1 apresenta o processo esquematicamente.

Tabela 1 - Características do processo de soldagem por Eletrodo Revestido.

Vantagens e limitações	Aplicações
- Equipamento simples, portátil e barato.	- Soldagem de produção, manutenção e em montagens no campo.
- Não necessita fluxos ou gases externos.	- Soldagem de aços carbono e ligados.
- Pouco sensível à presença de correntes de ar (trabalho no campo).	- Soldagem de ferro fundido.
- Facilidade para atingir áreas de acesso restrito.	- Soldagem de alumínio, níquel e suas ligas.
- Aplicação difícil para materiais reativos.	
- Produtividade relativamente baixa.	
- Exige limpeza após cada passe.	

Fonte: Modenesi e Marques (2000)

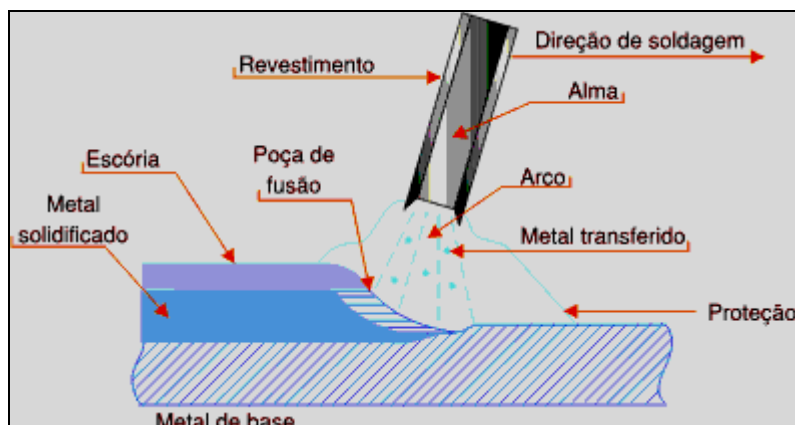


Figura 1 - Esquema do processo de soldagem por Eletrodo Revestido.

O processo de soldagem por Eletrodo Revestido é sem dúvidas o processo dominante em nosso país, quando nos referimos aos serviços de manutenção. Pelo baixo custo de aquisição dos equipamentos, este processo pode ser encontrado com frequência em muitos estabelecimentos de pequeno e médio porte. Por tratar-se de um processo manual de soldagem a produtividade é menor em comparação ao processo MAG. Apesar da sua hegemonia sobre os outros processos, ele vem perdendo espaço para os processos semi-automáticos.

Este tipo de processo de soldagem possui uma taxa de geração de fumos um pouco flutuante, dependendo da composição do revestimento assim como das características operacionais. A taxa típica de geração de fumos encontra-se na faixa de 0,5 a 1 g/min. (HOWDEN, 1992).

3.1.3. *Processos de Soldagem MAG*

A soldagem MAG é uma subdivisão do processo conhecido como GMAW (Gas Metal Arc Welding). É costumeiramente chamada de MIG, no entanto há uma diferença entre o processo MIG (Metal Inert Gas) e MAG (Metal Active Gas) no que se refere ao gás de proteção, que é expelido sobre a poça de fusão durante a soldagem. No processo MIG o gás utilizado é inerte, Hélio, Argônio ou uma mistura dos dois. Já no processo MAG os gases utilizados são ativos, ou seja, acabam por reagir com a poça de fusão. Pode ser utilizado CO_2 ou misturas de Argônio com O_2 , CO_2 , ou mesmo os três elementos combinados (MODENESI; MARQUES, 2000).

Segundo Modenesi (2000), de maneira geral os gases inertes são usados para soldagem de metais e ligas não ferrosas, e os ativos, ou misturas de ativos com inertes, são empregados para soldagem de aços ligados e aços carbono.

Ao contrário do Eletrodo Revestido, o processo MAG é considerado semi-automático uma vez que o fornecimento do material de adição à solda é realizado de maneira contínua pelo equipamento, enquanto o sistema estiver com o arco elétrico aberto. Por apresentar uma elevada produtividade, é um processo que vem crescendo sobremaneira nas últimas décadas (MODENESI; MARQUES, 2000).

A Tabela 2 apresenta as principais características do processo MIG/MAG. O esquema do funcionamento de tal processo pode ser observado na Figura 2.

Tabela 2 – Características do processo de soldagem MIG/MAG.

Vantagens e limitações	Aplicações
<ul style="list-style-type: none"> - Processo com eletrodo contínuo. - Permite soldagem em qualquer posição. - Elevada taxa de deposição de metal. - Elevada penetração. - Pode soldar diferentes ligas metálicas. - Exige pouca limpeza após a soldagem. - Equipamento relativamente caro e complexo. - Pode apresentar dificuldade para soldar juntas de acesso restrito. - Proteção do arco é sensível a correntes de ar. - Pode gerar elevada quantidade de respingos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Soldagem de ligas ferrosas e não ferrosas. - Soldagem de carrocerias e estruturas de veículos. - Soldagem de tubulações, etc.

Fonte: Modenesi e Marques (2000)

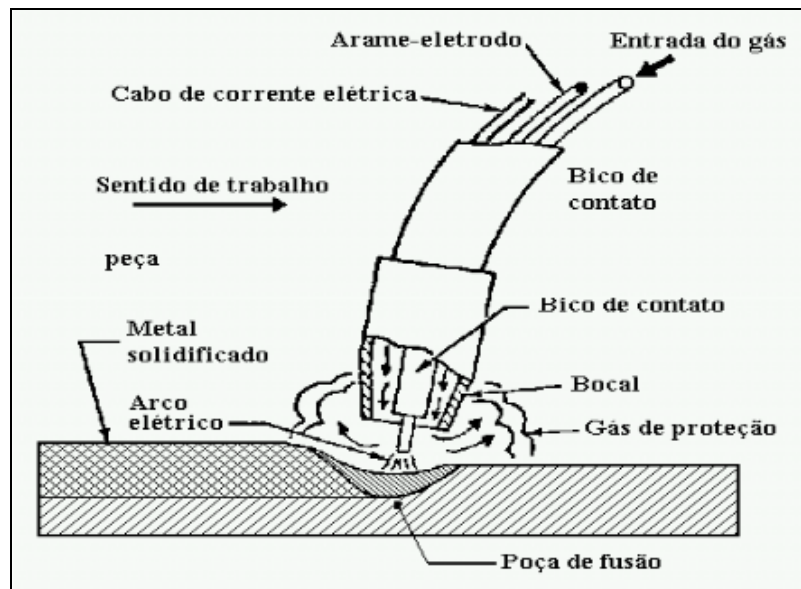


Figura 2 - Esquema do processo de soldagem MIG/MAG.

O processo de soldagem MIG/MAG veio para substituir quase que completamente o processo com Eletrodo Revestido, principalmente nos processos de fabricação. Entre tanto pelo elevado custo dos equipamentos comparativamente ao Eletrodo Revestido, a migração para este processo semi-automático ainda é lenta nos países em desenvolvimento. Há casos em que a utilização do processo torna-se difícil devido ao maior porte dos equipamentos e conseqüente dificuldade no transporte.

Quanto à taxa de geração de fumos, o valor típico encontra-se por volta de 0,5 g/min. Em relação à quantidade de fumos gerados pela quantidade de material depositado, este processo chega a valores quatro vezes menores que o processo de soldagem Eletrodo Revestido (HOWDEN, 2000).

3.2. FUMOS

Os fumos são classificados como aerossóis, assim como os pós, fumaças e névoas. Os aerossóis são micro partículas sólidas ou gotículas líquidas, dispersas em um meio gasoso, como o ar, por um longo período de tempo. Os tamanhos das partículas de fumo encontram-se usualmente entre 0,001 μm a 1,0 μm .

Segundo Mesquita et al. (1988) os fumos são partículas sólidas resultantes da condensação de vapores geralmente após volatilização de metais fundidos, quase sempre acompanhada de oxidação. Em geral com diâmetros menores que 1 μm .

A capacidade dos aerossóis adentrarem no sistema respiratório está intimamente ligada ao diâmetro das partículas que o constituem. A fração inalável compreende partículas menores que 100 μm , capazes de penetrar pelo nariz e pela boca. A fração torácica compreende aquelas partículas que penetram além da laringe, com diâmetros menores que 10 μm . As menores que 4 μm são capazes de penetrar na região alveolar, denominadas fração respirável. A Figura 3 mostra um diagrama com as regiões do aparelho respiratório atingidas, segundo o tamanho das partículas. (INSTITUTE FOR HEALTH AND CONSUMER PROTECTION, 2002).

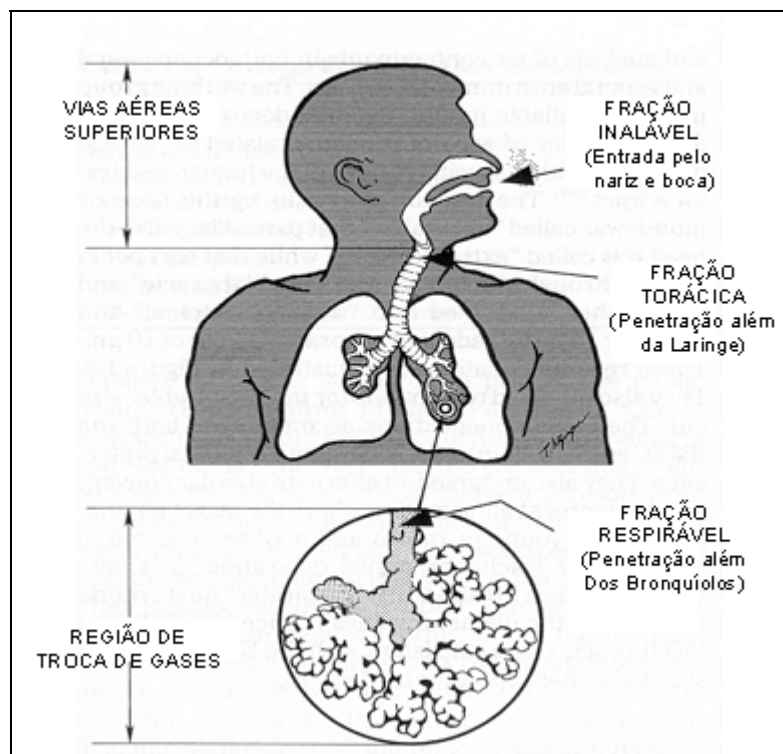


Figura 3 - Áreas atingidas pelos aerossóis por faixa de tamanho de partícula.

3.2.1. Fumos Gerados em Processos de Soldagem

A qualidade dos fumos gerados em processos de soldagem está intimamente ligada ao tipo de metal que se deseja unir e da composição do metal adicionado. Diferentes processos fornecem diferentes taxas de formação de fumos e gases. Cabe salientar que eletrodos de mesma classificação, mas procedendo de diferentes fabricantes, ou do mesmo fabricante, mas utilizado com diferentes parâmetros de

soldagem, podem não produzir fumos nas mesmas taxas ou de mesma composição. (HOWDEN, 1992).

A quantidade de fumos também varia segundo o tipo de gás de proteção utilizado, segundo os trabalhos desenvolvidos por Pires et al. (2007).

Segundo Howden (1992), é consenso que a geração dos fumos, ao menos na sua maior parte se concentra na superfície do eletrodo e na superfície das partículas durante sua trajetória através do arco. Estes materiais encontram-se em temperaturas muito elevadas. Já na poça de fusão, as temperaturas são mais baixas devido à perda de calor para o material de base, sendo a geração de fumos menor.

Estudos utilizando microscopia eletrônica indicam que as partículas primárias de fumos geradas na soldagem estão na ordem de 0,01 a 0,10 μm , isso quando próximas ao local onde foram originadas. No entanto devido turbulência causada pelo aquecimento dos gases próximos ao arco, essas partículas primárias ascendem rapidamente se aglutinam formando assim aglomerados de partículas, que estão na faixa de 0,1 a 0,6 μm (ANTONINI et al., 2006).

Estando o estudo dirigido aos fumos gerados nos processos Eletrodo Revestido e MAG, são apresentados dois gráficos. O gráfico da Figura 4 exibe as taxas típicas de geração de fumos para 3 tipos de eletrodos revestidos. Para o eletrodo tipo E6013, o mesmo utilizado neste trabalho, a taxa de geração de fumos encontra-se na faixa de 0,3 g/min a 0,6 g/min e o peso dos fumos em relação ao peso de material depositado de 14 g/Kg a 26 g/Kg (HOWDEN, 1992).

A Figura 5 apresenta as taxas típicas nos processos MIG/MAG. Para o processo MAG, valores para taxa de geração de fumos encontram-se por volta de 0,25 g/min e a razão mássica fumo:material adicionado de 0,4 g/Kg (HOWDEN, 1992).

O comparativo entre os dois processos, no que tange a geração de fumos por metal depositado, nos mostra que a produção de fumos no processo Eletrodo Revestido, pode chegar a ser de três até seis vezes maior que no processo MAG.

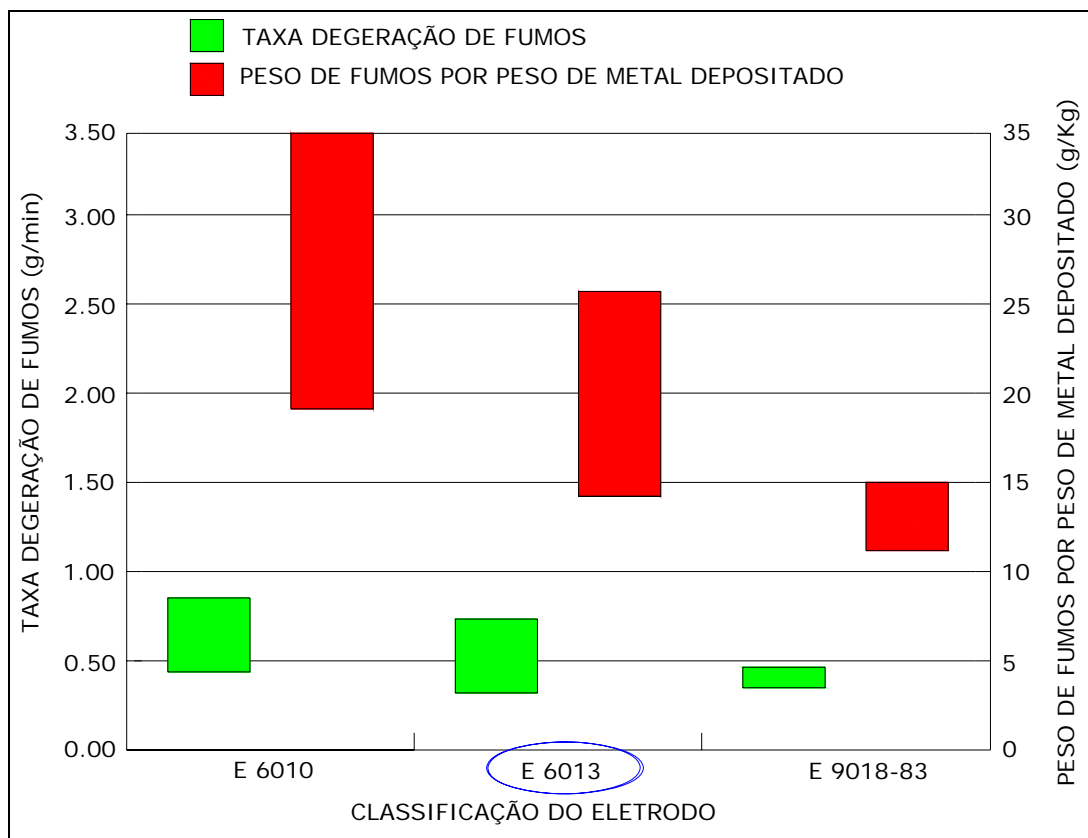


Figura 4 - Taxas típicas de geração de fumos para Eletrodos Revestidos.

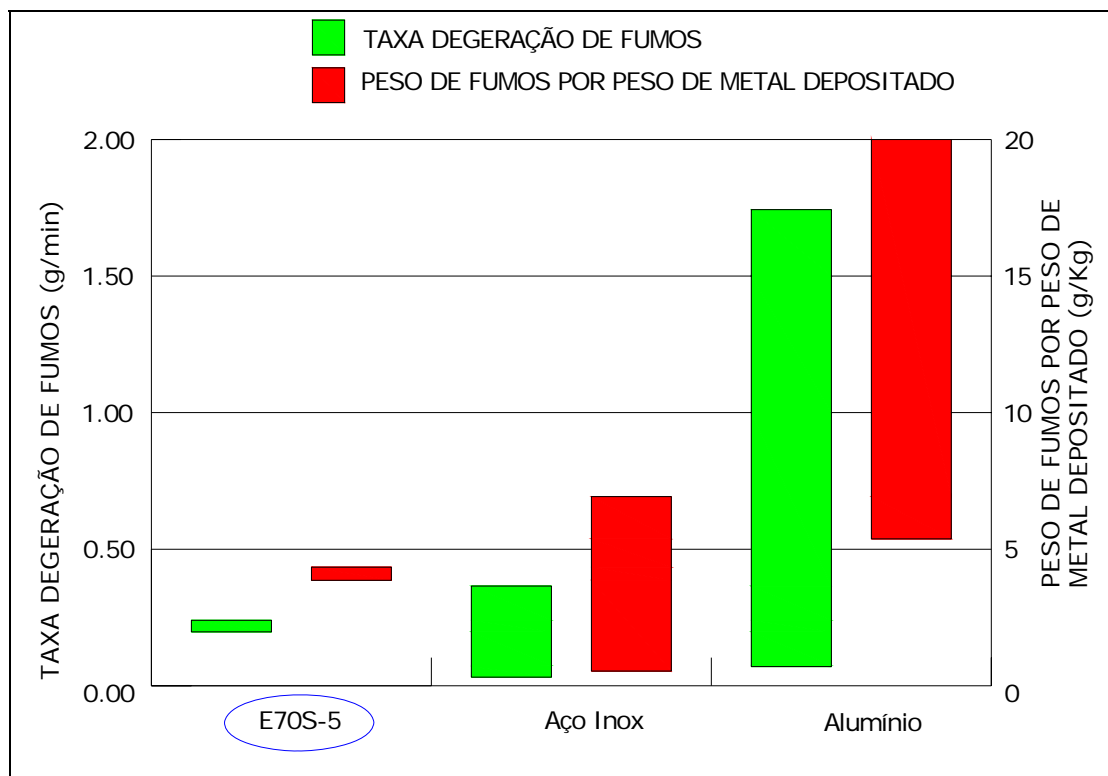


Figura 5 - Taxas típicas de geração de fumos nos processos MIG e MAG.

O estudo da composição química dos fumos ainda merece maior desenvolvimento uma vez que se pode determinar a proporção de metais presentes na mistura, no entanto a forma como estes metais estão combinados ainda requer um maior aprofundamento. Supõe-se que a maior parte desses metais esteja na forma de óxidos (HOWDEN, 1992).

Quanto à composição dos fumos de soldagem e seus efeitos adversos à saúde dos trabalhadores, vários trabalhos já foram realizados principalmente com aqueles fumos que possuem níquel, cádmio e cromo na sua composição, pois há suspeita que a exposição prolongada a estes elementos possa estar associada a quadros de desenvolvimento de câncer.

Segundo trabalho de Antonini et al. (2006), a grande maioria de tudo que é soldado, algo como 90%, são aços carbono e aços de baixa liga. Os restantes 10% são soldas de aços inoxidáveis, alumínio, titânio, níquel, entre outros. Na soldagem dos aços, aços inoxidáveis e alumínio o elemento manganês sempre se faz presente na composição dos materiais de adição.

Estando o manganês presente na quase totalidade dos processos de soldagem, pode-se antever que a grande maioria dos trabalhadores em soldagem está exposta a fumos que contém este elemento.

3.2.2. Os Efeitos dos Fumos de Soldagem

Os efeitos dos fumos à saúde dos trabalhadores envolvidos em processos de soldagem são bastante diversos. Segundo Jeong et al. (2006) os efeitos respiratórios observados em soldadores incluem pneumoconioses, bronquites, irritação das vias aéreas, fibrose, além da possibilidade de aumento da incidência de câncer nos pulmões, febre dos fumos e perturbações no septo nasal.

Mostra o trabalho de Khouri e Monteiro (1992), outros possíveis efeitos à saúde advindos dos fumos metálicos além dos já citados anteriormente. São eles: gastrite, anemia, nefrite crônica, manganismo e aumento da densidade óssea e dos ligamentos.

O manganismo está associado aos fumos que contém manganês, causa danos ao sistema nervoso central e periférico. Trata-se de uma doença que apresenta sintomas semelhantes ao do Mal de Parkinson. (BOWLER et al., 2006b).

A Figura 6 mostra como é feita a divisão dos fumos e gases gerados na soldagem segundo a American Welding Society (AWS), destacando o elemento manganês. (KHOURI; MONTEIRO, 1992).

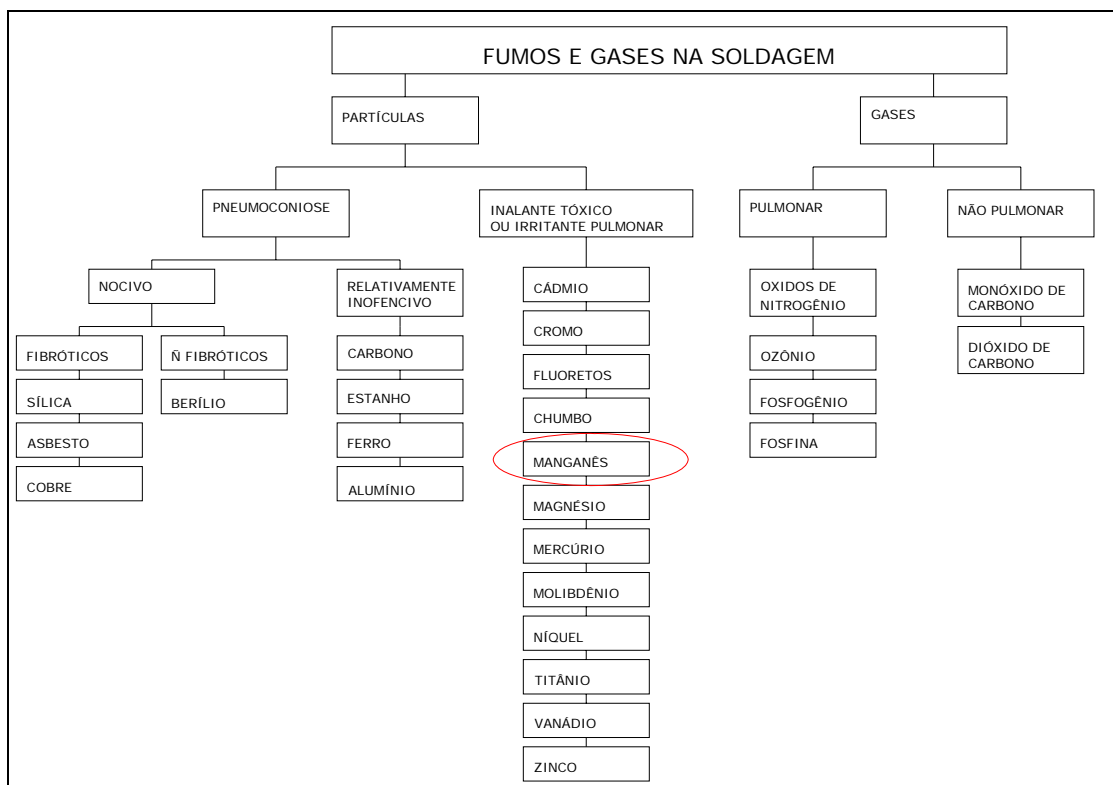


Figura 6 - Divisão dos fumos e gases de soldagem segundo a AWS.

3.3. MANGANÊS

3.3.1 Características e Emprego na Metalurgia

O manganês é um elemento classificado como metal de transição do grupo 7B da Tabela Periódica, de número atômico 25, massa atômica 55, sólido a temperatura ambiente. Apresenta várias formas de oxidação, de +1 a +7, no entanto as mais comuns são +2, +3 e +7. O fator de conversão do manganês é de 2,25 (1ppm = 2,25 mg/m³), tem seu ponto de fusão em 1.292 °C e de ebulição de 1.962 °C. Densidade relativa à da água de 7,2 (20 °C). (MARTINS; LIMA, 2001).

De todo o manganês extraído, a maior parte, por volta de 90%, é utilizado na fabricação de ligas de ferro-manganês e ferro-silício-manganês. Estas ligas são empregadas preponderantemente na metalurgia para a fabricação do aço. O manganês age como dessulfurante e redutor, aumentando também a resistência. (MARTINS; LIMA, 2001).

Segundo o International Manganese Institute (200-), do montante utilizado na metalurgia, 30% é empregado devido suas propriedades de desoxidante e dessulfurante. Os outros 70% respondem pelo uso puro em ligas de aço. A quantidade do elemento varia em relação ao tipo de aço. Nos aços de baixo carbono encontra-se na faixa de 0,15% a 0,8%, em aços de alta resistência varia de 1% a 4%. Em alguns aços especiais pode chegar a até 16%.

Como exposto em capítulos anteriores, a geração dos fumos nos processos de soldagem se dá em maior grau no material que é adicionado a junta, devido as maiores temperaturas. Portanto, a maior quantidade de fumos provêm do material do eletrodo (material de adição) e não do material que está sendo soldado (metal de

base). Logo, a composição do material de adição torna-se importante no contexto deste trabalho, principalmente em relação à porcentagem de manganês.

3.3.2 *Problemática do Manganês*

Segundo Bowler et al. (2006b), os sintomas de intoxicação por manganês vêm sendo observados de longa data. Já no século XIX, eram relatadas mudanças na fala e locomoção dos trabalhadores que inalavam óxidos de manganês no processo de trituração do mineral pirolusita (MnO_2). Mineiros chilenos, nas décadas de 40 e 50, apresentavam sintomas da doença chamada de “loucura do manganês”, que tinha como sintomas instabilidade emocional, instabilidade postural e freqüentes alucinações.

Ainda segundo trabalho desenvolvido por Bowler et al. (2003), onde um grupo de soldadores envolvidos em atividades de soldagem de aços e um grupo controle são comparados segundo funções neurofisiológicas, estado emocional, função visual e a prevalência de doenças, os resultados apresentaram um pior desempenho do grupo exposto, para o aprendizado verbal, memorização, flexibilidade cognitiva, velocidade de processamento visual, eficiência motora, acuidade visual para as cores, estado emocional, e uma maior prevalência de doenças e sintomas psiquiátricos.

Nos trabalhos de Ellingsen et al. (2003) apresentam-se os compostos de manganês como bem conhecidos agentes neurotóxicos que podem causar o manganismo, uma séria desordem neurológica caracterizada por distúrbios do movimento. Os compostos de manganês podem ainda ser o indutor de impotência, alucinações, comportamento bizarro e déficit cognitivo.

Em trabalho de Bowler et al. (2006a), é relatado um estudo de caso com um jovem soldador que apresentara os sintomas do mal de Parkinson. Os estudos levaram a crer que tal doença não se tratava do Mal de Parkinson idiopático, e sim causado pela exposição prolongada a fumos de soldagem contendo manganês em altas concentrações.

Os danos neurotóxicos são particularmente irreversíveis. É possível uma leve melhora quando os sintomas são identificados precocemente e a exposição ao agente causador é estancada. No entanto em casos de manganismo severo, os sintomas tendem a piorar mesmo após cessar a exposição ao manganês. Não há um tipo de tratamento específico para o manganismo e a única forma preventiva de intervenção é a redução à exposição (OSTIGUY; ASSELIN; MALO, 2006).

Os estudos de Josephs et al. (2005) levaram a conclusão de que a inadequada ventilação ou a falta de proteção respiratória pessoal podem tornar a atividade de soldagem potencialmente neurotóxica. Seus trabalhos mostraram o acúmulo de manganês em estruturas cerebrais.

Antonini et al. (2006) em seu trabalho julgaram ser escassas as relações entre a inalação de fumos contendo manganês e potenciais reações neurológicas. Credita os poucos casos relatados, a exposições muito elevadas em espaços confinados, com a utilização de eletrodos com alta porcentagem de manganês.

Soma-se a toda essa quantidade de estudos, o fato de que organismos de saúde já classificam o elemento manganês como um reconhecido agente causador de distúrbios à saúde humana. Os fumos contendo manganês mesmo que não pudessem ser relacionados a efeitos neurotóxicos já merece um cuidado especial no que tange à

proteção dos trabalhadores envolvidos neste tipo de função, uma vez que este pode ocasionar uma série de outros males à saúde dos trabalhadores.

3.3.3 *O Manganês na Atmosfera*

As concentrações de manganês encontradas naturalmente na atmosfera são baixas. O metal se apresenta em variadas formas de composição com presença em todas as amostras de material particulado colhidas na atmosfera.

Segundo o World Health Organization (2001), as concentrações de manganês médias anuais, baseadas em amostragem em vários países, apontam uma concentração de 10 a 30 ng/m³ para áreas remotas, e de 10 a 70 ng/m³ em áreas urbanas e rurais sem fontes geradoras. Nas proximidades de fundições, a concentração anual média encontra-se entre 200 e 300 ng/m³, e na presença de indústrias de ferro-manganês e silício-manganês pode ser superior a 500 ng/m³.

Já no interior tanto de fábricas de baterias que utilizam manganês no processo de produção, assim como em plantas de fabricação de metalúrgicos, as concentrações encontradas são da ordem de 5 a 8 mg/m³, ocasionalmente ultrapassando os 20 mg/m³. É na mineração e processamento do manganês onde os maiores níveis são encontrados, podendo superar os 250 mg/m³. (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001).

Segundo o National Research Council of Canadá, as concentrações em áreas rurais encontram-se em média em 40 ng/m³, e em áreas urbana a média está entre 65 e 166 ng/m³. (MARTINS; LIMA, 2001).

Por esses dados levantados observa-se que os níveis de manganês presentes na atmosfera encontram-se muito abaixo dos níveis encontrados no interior de algumas instalações industriais. Especial atenção deve ser dada às áreas próximas a plantas geradoras, pois mesmo estas possuindo uma concentração abaixo daquela estipulada pelos órgãos competentes como seguras, para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, podem tornar-se prejudiciais a possíveis moradores do entorno caso seja uma planta industrial de funcionamento contínuo.

3.3.4 *Limites de Exposição*

Quanto aos limites de exposição ao manganês, segundo o Ministério do Trabalho (1992), na forma da Norma Regulamentadora n°. 15 (NR-15), apresenta para o manganês na forma de fumos a concentração limite de 1mg/m³ para uma jornada de 8 horas de trabalho por dia.

Segundo o Occupational Safety & Health Administration (200-), departamento responsável pela administração das questões relativas à saúde e segurança dos trabalhadores dos Estados Unidos trás em sua legislação um limite de exposição permitido de 5 mg/m³ para o manganês na forma de fumos, para jornada de 8 horas diárias.

Segundo Khouri e Monteiro (1992) os limites do Occupational Safety & Health Administration (OSHA) para os fumos de manganês do ano de 1979, eram três vezes superiores aos hoje vigentes, ou seja, 15 mg/m³.

Os limites recomendados pelo National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) são de 1 mg/m³ para uma amostragem da média feita em uma jornada de trabalho (8 horas), e de 3 mg/m³ o limite de exposição de curta duração (15 minutos). Há ainda o limite da American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) que fixa em 0,2 mg/m³ a concentração limite de exposição [22].

A literatura reporta algumas concentrações de manganês no ambiente de trabalho. Segundo Bowler et al. (2006a) em uma fábrica de construção de navios, em espaço de trabalho confinado, as concentrações de manganês variavam de 0,43 a 4,26 mg/m³. Em trabalho de Ostiguy et al. (2006) são citados valores que vão de 0,1 a 1,72 mg/m³ em uma fábrica de componentes para trens. Em trabalho realizado por Milla et al. (1997) em um estaleiro espanhol, as concentrações médias de manganês foram de 1,95 mg/m³, no entanto valores da ordem de 10 mg/m³ foram encontrados.

A redução nos limites de exposição ao manganês imposto pela OSHA, mostra que a preocupação vem aumentando em relação à exposição a este elemento. O fato de haverem limites tão díspares entre os organismos demonstra certa necessidade de estudos mais completos e aprofundados na área. Vale ressaltar que a última revisão nos limites da OSHA é de Junho de 2004.

3.4. ESPECTROMETRIA DE MASSA ACOPLADA A PLASMA INDUTIVO

A Espectrometria de Massa Acoplada a Plasma Indutivo (ICP-MS) foi desenvolvida no final dos anos oitenta. Segundo Zoorob et al. (1998), suas vantagens em relação a outros métodos analíticos residem na capacidade de detectar baixos limites, de proceder a análises multielementares e de informar a presença de isótopos. Comparativamente ao processo ICP-AES (Atomic Emission Spectrometry), o ICP-MS tem um limite de detecção geralmente de duas a três ordens de magnitude menor.

Em relação aos métodos de Espectrometria de Absorção Atômica (AAS), o ICP-MS leva uma larga vantagem uma vez que pode identificar concentrações na ordem dos ppt (ng/L), enquanto os métodos de Absorção Atômica identificam concentrações na ordem dos ppm (mg/L) para o método Chama, e ppb (µg/L) para o método de Câmara de Grafite. Aliado a isto ainda se tem um procedimento de análise muito mais rápido.

Certos cuidados devem ser tomados, uma vez que a sua sensibilidade é elevada. Faz-se necessário a utilização de ácidos ultrapuros e água deionizada de grau um (> 18 MΩ.cm) na preparação das soluções analisadas. Da mesma forma, as soluções padrão dos elementos a analisar precisam ter um grau de pureza alto.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. INFRA-ESTRUTURA DOS ENSAIOS

4.1.1. Equipamentos de Soldagem e Consumíveis

As duas máquinas de soldagem utilizadas para este trabalho são de propriedade do autor. A geração e coleta dos fumos foi realizada em espaço situado a Rua Adolfo Gonçalves de Aguiar nº213, em Florianópolis. A seguir são descritas as características de ambas, assim como dos consumíveis utilizados para este trabalho.

A máquina de soldagem para processo Eletrodo Revestido utilizada foi a da marca BAMBOZZI como exposta na Figura 7, modelo NM 250 - Turbo. Os dados de placa são:

Faixa de amperagem: 50 – 250 A
Tensão: 110/220 (ligada em 220 V)
Frequência: 50/60 Hz
Corrente no primário p/ 380 V: 45 A

Utilizou-se os eletrodos revestidos marca Böhler, modelo Fox Una 6013, na bitola de 3,25 mm, sendo o comprimento de cada vareta de 350 mm. Segundo a ficha de segurança do fabricante, possuem em sua composição <3% em peso de manganês.

A máquina semi-automática de soldagem MAG empregada foi da marca ESAB, modelo Smashweld 252, mostrada na Figura 8. Os dados de placa são:

Tensão: 220/380/440 V (ligada em 380 V)

Frequência: 60 Hz

Corrente (p/ 380 V): 17 A

Faixa de Amperagem: 30 – 250 A

O gás de proteção utilizado no processo MAG foi uma mistura de gases composta de Argônio (80%) e CO₂ (20%), fornecido pela empresa AP Oxigênio (Palhoça - SC), com procedência da White Martins.

O material de adição utilizado no processo MAG procedeu do fabricante ESAB, de denominação OK AUTOROD 12.51 na bitola de 1,0 mm, fornecido em rolos de 15 Kg , com uma quantidade de manganês de 1,50% em peso, segundo a ficha de segurança do fabricante.



Figura 7 - Máquina de solda Eletrodo Revestido.



Figura 8 - Máquina de solda MIG/MAG.

4.1.2. Equipamentos para Coleta dos Fumos

Para a coleta dos fumos produzidos nos dois processos estudados, construiu-se uma capela para a realização deste trabalho. Esta capela, que pode ser visualizada na Figura 9, constituiu-se de um espaço semi-confinado de chapas de aço 1020 soldadas e coifa de vidro temperado. Possuía um mecanismo eletro-mecânico para rotacionar um corpo de prova composto de um tubo de aço 1020 (aço carbono) com diâmetro de 48,3 mm, 3 mm de espessura e 350 mm de comprimento que fez as vezes do material de base, onde o cordão de solda foi aplicado.

Para rotacionar o corpo de prova utilizou-se um micro motor elétrico acoplado a redutor, com uma saída de 3 rotações por minuto (RPM), acoplado a uma polia de Technyl™. Esta polia transmitia o movimento de rotação a uma segunda polia, presa ao mecanismo de fixação do corpo de prova, através de uma correia de poliuretano com 5 mm de diâmetro. A alimentação elétrica fez-se por uma bateria automotiva de 12 Volts ligada continuamente a um equipamento de recarregamento de baterias (carga lenta). Tal mecanismo pode ser visualizado na Figura 9.

Uma vez que nos processos de soldagem uma variável importante é o avanço do cordão de solda, foi necessária a realização de alguns pré-testes para determinar a velocidade de rotação do corpo de prova, e o posterior dimensionamento do jogo de polias para se alcançar a velocidade de avanço correta. Foram feitas duas polias de diâmetros diferentes, uma para cada tipo de processo de soldagem, resultando em uma velocidade linear do corpo de prova de 0,37 m/min para o processo MAG e de 0,27 m/min para o Eletrodo Revestido.

A parte superior da capela, construída em vidro temperado, possuía local apropriado para acomodação e fixação do porta-filtro de poliestireno. Este porta-filtro foi utilizado para a colocação da membrana filtrante responsável pela retenção dos fumos produzidos. A Figura 10 mostra o tipo de porta-filtro utilizado.

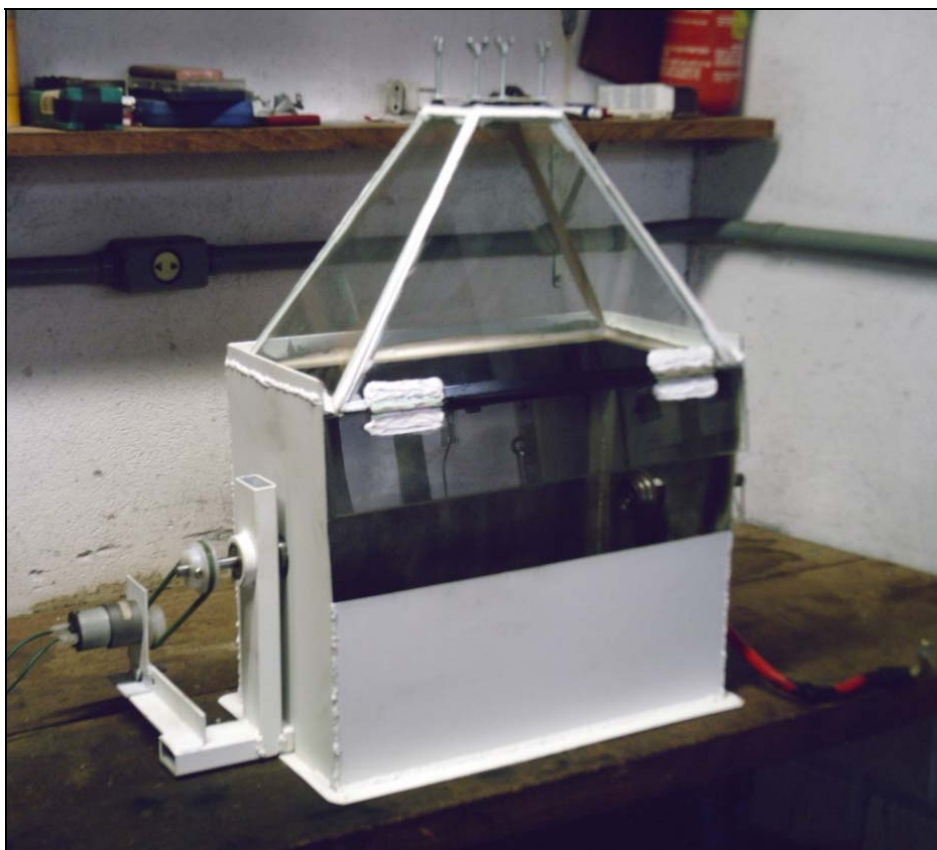


Figura 9 - Capela coletora de fumos de soldagem.



Figura 10 – Porta-filtro para acomodação da membrana filtrante.

As membranas utilizadas na retenção dos fumos procederam do fabricante Millipore, tendo como número de referência do fabricante HAWP 04700, composta de éster-celulose. Tal tipo de membrana torna a análise elementar das substâncias presentes bastante facilitada, uma vez que quando digerida por substâncias ácidas, pode ser levada diretamente aos aparelhos de análise. As características desta membrana podem ser visualizadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Características da membrana de éster-celulose utilizada.

Parâmetro	Descrição
Fabricante	Millipore
Nome comercial	MF-Millipore
Código	HAWP
Material	Éster-celulose
Cor da Membrana	Branco
Tamanho Poro	0,45 μm
Diâmetro	47 mm
Espessura	180 μm
Temp. Máx. Operação	75°C
Porosidade	79%
Vazão de Ar	4 L/min x cm^2
Vazão de Água	60 mL/min x cm^2
Afinidade à Água	Hidrofílica

Fonte: Fabricante de Membranas Millipore (adaptado)

Cabe ressaltar que os métodos de análise de fumos de soldagem, no ambiente de trabalho, propostos por conceituadas instituições na área de saúde e higiene laboral, tais como OSHA e NIOSH, recomendam a utilização de dois tipos de membranas filtrantes para a coleta de fumos de solda. As membranas compostas de éster-celulose, com tamanho de poro de 0,8 μm , e as de policloreto de vinila (PVC) com poro de 5,0 μm , sendo também estas recomendadas pelos seus fabricantes.

A necessidade de se utilizar as membranas de 0,45 μm se justifica na medida em que eram as membranas mais próximas às especificadas para as análises em questão, e que se encontravam prontamente disponíveis para uso. A aquisição das membranas recomendadas não pode ser efetuada por questões de prazo de entrega, uma vez que se trata de material importado.

Para a utilização das membranas HAWP 04700, foram necessárias algumas adaptações para torná-las aptas a utilização no presente trabalho. Foi feito o ajuste do seu diâmetro, uma vez que o cartucho comporta membranas de 37 mm de diâmetro e as utilizadas possuíam diâmetro de 47 mm. A segunda adaptação diz respeito à forma como esta foi acomodada nos porta-filtros de poliestireno.

As membranas próprias para esse tipo de análise são fornecidas com um disco de celulose que é posicionado atrás da membrana filtrante. A função deste é dar suporte à membrana e distribuir o vácuo por toda sua superfície. O esquema de montagem pode ser visualizado na Figura 11. As membranas disponíveis não vinham acompanhadas deste elemento. Para solucionar o problema, fez-se a adaptação de duas membranas de fibra de vidro de poro 0,7 μm em substituição ao disco de celulose. Estas garantiram a distribuição do vácuo por toda a superfície da membrana e também a perfeita estanqueidade do cartucho quando fechado, impedindo a entrada de qualquer fluxo gasoso (ar falso) que não aquele proveniente da parte interna da capela.

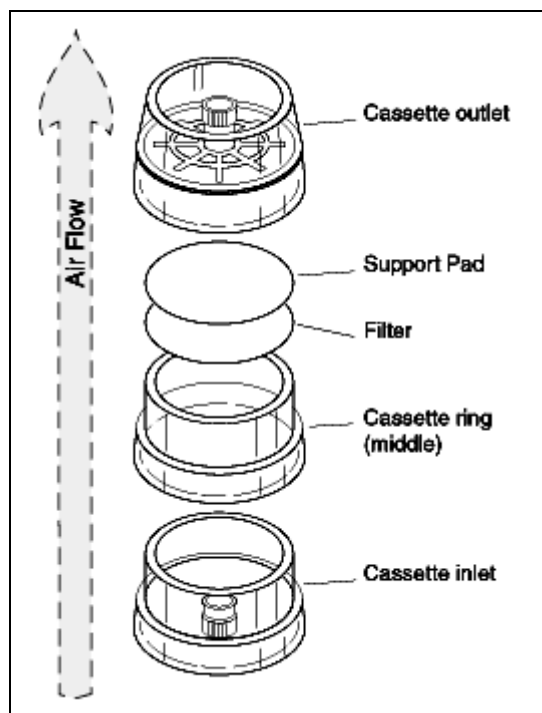


Figura 11 - Esquema de montagem do porta-filtro.

Os fumos foram succionados através do meio filtrante por meio de uma bomba de vácuo do tipo centrífuga, de palhetas rotativas, lubrificadas à óleo, modelo 820, fabricada pela Fisatom, com vazão em vazio de 37 L/min. Na linha de vácuo entre a saída do porta-filtro e a entrada da bomba utilizou-se mangueira plástica transparente na bitola de 7,92 mm e parede de 1 mm de espessura. Nesta linha foi instalada uma válvula de agulha para o controle de vazão.

O esquema de montagem dos equipamentos utilizado nas coletas pode ser visualizado na Figura 12.

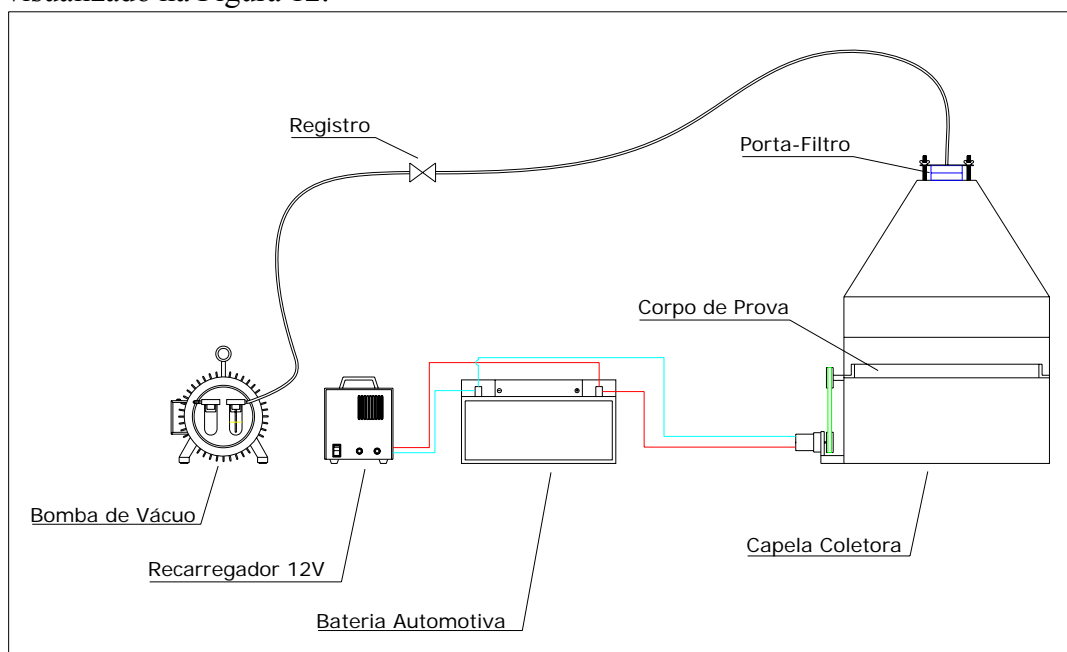


Figura 12 - Esquema de montagem dos equipamentos para coleta.

4.1.3. Equipamentos de Medição

Para a calibração da vazão de sucção, utilizada para extrair os fumos da capela, foi utilizado o aparelho medidor de vazão da Marca Bios, modelo DC-Lite, com uma faixa de medição de 50 mL a 5000 mL por minuto, com precisão na faixa de 1%, aparelho pertencente ao Laboratório de Controle da Qualidade do Ar (LCQar). A vazão passível de ser utilizada na amostragem ficou restrita a sua faixa de medição. Poderiam ser usados medidores de vazão do tipo rotâmetros, para maiores vazões de sucção, no entanto estes teriam de ser devidamente calibrados antes de sua utilização, o que demandaria infra-estrutura e pessoal não disponível no momento da realização deste trabalho.

Uma balança digital da marca Plena, com tara de 5 kg e divisões de 1 g. foi utilizada para verificar as massas dos corpos de prova antes da aplicação do cordão de solda e depois da aplicação.

As massas das membranas foram medidas com o auxílio de balança analítica da marca Mettler Toledo, modelo AG 204, com tara máxima de 210g e resolução de 0,0001 g., pertencente ao Laboratório de Espectrofotometria Atômica e Massa (LEAM).

O aparelho para a medição da concentração de manganês nos fumos retidos nas membranas utilizado foi o Espectrômetro de Massa com Plasma Indutivamente Acoplado, também pertencente ao LEAM, da marca Perkin Elmer SCIEX, modelo Elan 6000.

4.2. PROCEDIMENTOS

4.2.1. Procedimentos de Preparação para a Soldagem

Antes de serem iniciadas as coleta dos fumos gerados na soldagem, procedeu-se uma rigorosa limpeza e manutenção das máquinas utilizadas na soldagem a fim de garantir o bom funcionamento do maquinário durante os períodos de coleta.

Os corpos de prova foram devidamente cortados e faceados em torno mecânico para garantir além de um bom contato elétrico, uma vez que a capela e sua estrutura de aço eram ligadas ao pólo negativo das máquinas de solda, que sua rotação acontecesse de maneira suave e contínua. Uniformizaram-se os tamanhos em 350 mm de comprimento. Procedeu-se a limpeza da superfície externa por meio de escova de aço rotativa, e momentos antes de serem utilizados foram limpos com um pano embebido em álcool, para a remoção de qualquer resíduo remanescente, principalmente óleos e graxas.

4.2.2. Procedimentos de Coleta

As membranas foram inicialmente acondicionadas em um dessecador com a finalidade de retirar sua umidade. Após, verificaram-se suas massas em balança analítica, as membranas foram acondicionadas em seus respectivos porta-filtros já devidamente identificados e voltaram ao dessecador para serem levadas ao local de coleta.

No local de coleta, já com os equipamentos devidamente preparados e o corpo de prova posicionado, o porta-filtro foi acomodado na parte superior da capela e devidamente fixado, sendo ligado à linha de vácuo que já tinha sua vazão previamente verificada.

A vazão de sucção medida na entrada do porta-filtro, devidamente montado com as membranas de suporte e filtração, foi de 4035 mL/min . Após todas as coletas, nova medição de vazão foi realizada para verificar possível desregulagem. Tal medição mostrou um desvio menor que 3% da vazão inicialmente medida.

A deposição do material iniciou-se, e com um atraso de 10 segundos a bomba de vácuo foi acionada. O processo de soldagem estendeu-se por 5 minutos. Passado este período, o processo foi interrompido, sendo a bomba de vácuo desligada 10 segundos após. O porta-filtro foi desconectado da linha de vácuo e em seguida acomodado no dessecador.

Este processo se repetiu por seis vezes, sendo três coletas utilizando o processo de soldagem MAG e três coletas o processo Eletrodo Revestido. Foi feita também uma coleta durante o mesmo período de tempo, utilizando os mesmo procedimentos, no entanto sem nenhuma geração de fumo, para gerar uma amostra sem fumos. A finalidade desta amostragem sem a retenção de fumos se justifica, pois a quantidade de material particulado presente no ar ambiente poderia ser significativa.

Após a realização de todas as amostragens, estas foram encaminhadas ao Laboratório de Espectrometria Atômica e Massa do Departamento de Química, onde foram devidamente analisadas.

4.2.3. *Procedimentos de Preparação das Amostras*

Nas dependências do LEAM, as membranas tiveram suas massas verificadas e registradas. Seguiram então para o processo de digestão para posterior análise no ICP-MS.

Cabe ressaltar que o método tradicional de digestão deste tipo de amostra preconiza a utilização de soluções ácidas e o aquecimento em chapa quente. Tal procedimento, além de demorado devido à limitação da temperatura de ebulição da solução, ainda apresenta o inconveniente de gerar efluentes gasosos e de facilitar a contaminação da amostra. A digestão das amostras em forno de microondas, além de ser realizada em recipiente fechado, evitando assim os inconvenientes do método tradicional, é mais rápida devido as maiores temperaturas e maior pressão. (MAGALHÃES, 2005). Por estes motivos optou-se pela digestão com uso de aparelho microondas.

A digestão das membranas foi realizada com 2,5 mL de HNO₃ e 2 mL de HCl com o auxílio do aparelho microondas da marca Milestone, modelo ETHOS PLUS, seguindo os patamares de temperatura e potência mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Patamares de potência e temperatura aplicados para digestão.

Patamar	Tempo (min)	Potência (W)	Temperatura (°C)
1	6	1000	160
2	4	1000	210
3	20	700	210
4	30	0	resfriamento

Após digestão, as amostras foram encaminhadas ao Espectrômetro para a determinação da razão mássica manganês:fumos, onde a introdução da amostra se deu por nebulização pneumática.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1. ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DOS FUMOS

A primeira etapa das análises buscou encontrar os valores de massa de fumo retido nas membranas. Para tanto, se utilizou balança com precisão analítica, nas dependências do LEAM. Na Tabela 4 são apresentados as massas das membranas, virgens e após a coleta, assim como os valores de fumo retido, calculados pela diferença entre a massa da membrana carregada e da membrana virgem. A amostra “Branco”, coletada sem a presença de fumos, evidenciou a baixa concentração de material particulado no ambiente onde se processaram as coletas. Por encontrar-se na faixa de erro de leitura, seu valor foi desconsiderado no cálculo das massas retidas nas amostras com fumo.

As amostras provenientes do processo Eletrodo Revestido possuem as denominações 1-E, 2-E e 3-E. As amostras 1-M, 2-M e 3-M se referem ao fumos coletados no processo MAG. Em uma primeira análise, pode-se observar que a magnitude da massa coletada foi maior no processo Eletrodo Revestido, sendo a média das três amostragens de 0,0366 gramas. No processo MAG a média foi de 0,0193 g..

Tabela 4 – Valores obtidos na análise gravimétrica das membranas.

Amostra	Virgem	Carregada	Retido
Branco	0,0533	0,0534	0,0001
1-E	0,0597	0,0996	0,0399
2-E	0,0536	0,0888	0,0352
3-E	0,0535	0,0881	0,0346
1-M	0,0529	0,0710	0,0181
2-M	0,0600	0,0758	0,0158
3-M	0,0534	0,0775	0,0241

Massas em g.

Sendo a vazão de 4035 mL/min e o tempo de coleta de 5 minutos, calculou-se a concentração de fumos em g/m³ pela expressão:

$$c_f = \frac{m}{\left(\frac{Q}{10^6}\right) \times t} \quad (1)$$

Em que:

c_f = concentração de fumos, em g/m³;

m = massa de fumo retido na membrana, em g;

Q = vazão de sucção, em mL/min;

t = intervalo de tempo da coleta, em min.

Os resultados para cada amostra são apresentados na Tabela 5. A média das concentrações foi de 1,81 g/m³ para o processo Eletrodo Revestido e 0,96 g/m³ no processo MAG. Isso significa uma concentração 88% maior no processo Eletrodo Revestido em relação à soldagem MAG.

Tabela 5 - Concentrações de fumo para cada amostragem.

Amostra	Concentração (g/m ³)
1-E	1,98
2-E	1,74
3-E	1,71
1-M	0,896
2-M	0,782
3-M	1,19

As quantias de material depositado nos corpos de prova são apresentadas na Tabela 6, calculadas pela diferença entre a massa pós-soldagem e a massa pré-soldagem. Em média, nos 5 minutos em que os processos depositaram material sobre os corpos de prova, 40 gramas de material foram acrescidos no processo Eletrodo Revestido, e 96 gramas no processo MAG.

Tabela 6 – Massas dos corpos de prova e do material depositado.

Corpo de Prova	Pré-soldagem	Pós-soldagem	Acrescido
1-E	1178	1207	29
2-E	1180	1223	43
3-E	1180	1229	49
1-M	1182	1279	97
2-M	1183	1278	95
3-M	1183	1278	95

Massas em g.

Em uma análise da concentração média dos fumos com a massa de material acrescido, pode-se observar que o processo MAG, mesmo acrescentando uma quantidade de material maior que o dobro da quantidade do processo Eletrodo Revestido, ainda assim apresentou concentrações de fumos 88% menores.

5.2. ANÁLISE DO MANGANÊS PRESENTE

Os resultados fornecidos pelo LEAM quanto à quantificação do manganês presente nas amostras analisadas, pode ser visualizado na Tabela 6. Os resultados são apresentados em forma de razão mássica manganês:fumo.

Tabela 6 – Razão mássica manganês:fumos.

Amostra	Razão Mássica (mg/g)
1-E	55,75
2-E	66,28
3-E	57,10
1-M	57,55
2-M	59,75
3-M	84,46

De posse das concentrações de fumo e da razão mássica manganês:fumo, calculou-se as concentrações de manganês para cada uma das amostras, aplicando a expressão:

$$c_{mn} = c_f \times R \quad (2)$$

Onde:

c_{mn} = concentração de manganês, em mg/m^3 ;

c_f = concentração de fumos, em g/m^3 ;

R = razão mássica manganês:fumo, em mg/g .

A Tabela 7 apresenta os valores das concentração de Manganês em cada amostra coletada.

Tabela 7 – Concentração de manganês.

Amostra	Concentração (mg/m^3)
1-E	110
2-E	115
3-E	97,6
1-M	51,6
2-M	46,7
3-M	100

A média da concentração de manganês nos fumos para o processo Eletrodo Revestido foi de $108 \text{ mg}/\text{m}^3$, e de $66,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ no processo MAG. Como mostrado no item anterior, onde se relacionou a concentração de fumo com a quantidade de material depositado, pode-se fazer relação semelhante agora com as concentrações de Manganês, onde mais uma vez o processo MAG apresentou concentrações médias mais baixas com uma quantidade de material depositado maior.

A Tabela 8 trás um resumo dos valores das concentrações médias de fumo, manganês e a quantidade de material depositado encontradas neste estudo.

Tabela 8 – Resultados das concentrações e quantia de material depositado.

Processo	Concentração de Fumo (g/m^3)	Concentração de Mn (mg/m^3)	Material Depositado (g)
MAG	0,96	66,1	96
Eletrodo Revestido	1,81	108	40

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

6.1. CONCLUSÕES

As análises realizadas demonstraram que para as condições do ambiente de coleta, o processo Eletrodo Revestido apresentou um potencial poluidor maior que o processo MAG, tanto em relação à geração de fumos, quanto à quantidade de manganês presente nestes fumos. Conclusão esta que está alinhada com a literatura consultada.

Nas coletas realizadas, a vazão de sucção se mostrou insuficiente para reter a totalidade dos fumos gerados nos processos. Este fato implicou na impossibilidade de determinar a razão mássica fumo:metal depositado.

Cabe salientar que os valores de concentração obtidos, tanto de fumos como de manganês, são muito superiores àqueles encontrados usualmente em frentes de trabalho que façam uso de tais processos. O ambiente da capela simulou um espaço confinado onde a diluição dos fumos pelo ar atmosférico era praticamente inexistente. Tal cenário jamais poderia ser possível em uma situação real, vendo que provavelmente a concentração de oxigênio na região de coleta encontrava-se muito abaixo daquela necessária à manutenção da vida.

Os resultados apontaram um potencial risco de se proceder a trabalhos de soldagem em ambientes com uma escassa renovação de ar e de espaço restrito. A falta de ventilação, aliado a processos de maior geração de fumos, pode levar as concentrações de manganês rapidamente a níveis muito superiores aos estipulados como seguros à saúde do trabalhador, segundo os limites da legislação vigente.

A falta de um método consolidado para a realização de medições, em um ambiente criado exclusivamente para as coletas, onde se busca o isolamento de variáveis que possam vir a interferir nos resultados, mostrou-se um obstáculo considerável, uma vez que uma metodologia teve de ser desenvolvida e adaptada. Surge então uma demanda por uma padronização para amostragens desse tipo.

Estudos qualitativos e quantitativos relacionados aos fumos de soldagem são extremamente escassos na literatura nacional. Pelo grande contingente de trabalhadores engajados em funções de soldagem os trabalhos relacionados a este tema devem ser devidamente estimulados e fomentados.

6.2. SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS

-Adequar a vazão de sucção utilizada, visando à apreensão de todo fumo gerado no processo. Podendo desta maneira determinar a razão mássica fumo:metal depositado.

-Comparação entre a diferença de massa retida quando da utilização de membranas de 0,45 μm e 0,80 μm na amostragem dos fumos.

-Medições em campo das concentrações de fumos e dos elementos que o compõem.

-Comparação entre diferentes tipos de gases de proteção e como estes afetam a taxa de geração de fumos no processo MAG.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANTONINI J. M.; SANTAMARIA A. B.; JENKINS N. T.; ALBINI E.; LUCCHINI R. Fate of manganese associated with the inhalation of welding fumes: Potential neurological effects. **NeuroToxicology** 27, p.304-310, 2006.
- [2] BOWLER R. M.; KOLLER W.; SCULZ P. E. Parkinsonism due to manganism in a welder: Neurological and neuropsychological sequelae. **NeuroToxicology** 27, p. 327–332, 2006a.
- [3] BOWLER R. M.; GYSENS S.; DIAMOND E.; NAKAGAWA S.; DREZGIC M.; ROELS H.A. Manganese exposure: Neuropsychological and neurological symptoms and effects in welder. **NeuroToxicology** 27, p. 315–326, 2006b.
- [4] BOWLER R. M.; GYSENS S.; DIAMOND E.; BOOTY A.; HARTNEY C.; ROELS H.A. Neuropsychological sequelae of exposure to welding fumes in a group of occupationally exposed men. **Int. J. Hyg. Environ. Health** 206, p. 517 – 529, 2003.
- [5] ELLINGSEN D. G.; HETLAND S. M.; THOMASSEN Y. Manganese air exposure assessment and biological monitoring in the manganese alloy production industry. **J. Environ. Monit.**, 5, p. 84 – 90, 2003.
- [6] GIMENES L. Jr.; RAMALHO J. P. Soldagem por Eletrodo Revestido. Disponível em www.infosolda.com.br/downloads/61ddp.pdf . Acesso em: 04 de Maio de 2007.
- [7] HEWITT P. J. Strategies for Risk Assessment and Control in Welding: Challenges for Developing Countries. **Ann. occup. Hyg.** Vol. 45, No. 4, p. 295–298, 2001.
- [8] HOWDEN D. G. Emissão de Fumos e Gases na Soldagem. **Soldagem & Materiais**, Vol. 4, Nº 4, pp. 37-46, Outubro/Dezembro, 1992.
- [9] International Manganese Institute. Applications – Industrial and Metallurgical.200-. Disponível em: www.manganese.org/applications.php. Acesso em: 30 de Julho de 2007.
- [10] JEONG G. N.; JO G. J.; JO U.B.; YU I. J. Effects of repeated welding fumes exposure on the histological structure and mucins of nasal respiratory mucosa in rats. **Toxicology Letters** 167, p. 19–26, 2006.
- [11] JOSEPHS K. A.; AHLSSKOG J. E.; KLOS K.L.; KUMAR N.; FEALEY R. D.; TRENNERY M. R.; COWL C. T. Neurologic manifestation in welders with pallidal T1 hyperintensity. **Neurology** 64, p. 2033-2039, 2005.
- [12] KHOURI M.; MONTEIRO M. P. Sistema de Proteção Contra Fumos de Soldagem. **Soldagem & Materiais**, Vol. 4, Nº 4, pp. 23-27, Outubro/Dezembro, 1992.

- [13] MAGALHÃES L. C.; Estudo do Material Particulado Atmosférico e Metais Associados às Partículas Totais em Suspensão na Cidade de Ouro Preto, MG. Universidade Federal de Ouro Preto-MG, 2005. Disponível em: http://www.tede.ufop.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=52 Acesso em: 10 de Junho de 2008.
- [14] MARTIN C. J. Manganese neurotoxicity: Connecting the dots along the continuum of dysfunction. **NeuroToxicology** 27, p. 347–349, 2006.
- [15] MARTINS I.; LIMA I. V. Ecotoxicologia do Manganês e Seus Compostos. Salvador. Série Cadernos de Referência Ambiental Vol.7. Centro de Recursos Ambientais – CRA, 2001.
- [16] MESQUITA, A. L.; GUIMARAES, F. A. e NEFUSSI, N. Engenharia de Ventilação Industrial, Ed. Cetesb/Blucher. São Paulo, 1988.
- [17] MODENESI P. J.; MARQUES P. V. Introdução aos Processos de Soldagem. **Departamento Engenharia Metalúrgica UFMG**, 2000. Disponível em: www.infosolda.com.br Acesso em: 30 de Abril de 2007.
- [18] MODENESI P. J. Introdução à Física do Arco Elétrico – Soldagem I. **Departamento Engenharia Metalúrgica UFMG**, 2001. Disponível em: www.infosolda.com.br Acesso em: 30 de Abril de 2007.
- [19] MILLA D. B.; JIMENEZ A.J.; ARTIGA M. P. H.; CISNEROS J. L. H. Viability of Analysis of Variance Applied to the Data Obtained From the Atomic Absorption Spectrometric Determination of the Metal Content in Welding Fumes. **Journal of Analytical Atomic Spectrometry**, March, Vol. 12, p. 323–328, 1997.
- [20] MINISTÉRIO DO TRABALHO. Norma Regulamentadora nº 15 – Atividades e Operações insalubres. Portaria nº 8, 5/10/1992.(115.000-6) Disponível em: http://www.mte.gov.br/seg_sau/leg_normas_regulamentadoras.asp Acesso em: 27 de Junho de 2007.
- [21] OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ADMINISTRATION.Regulations (Standarts – 29 CFR). Gases, vapors, fumes, dust, and mists. – 1926.55 App A. U.S. Department of Labor. Disponível em: http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10629 Acesso em: 27 de Junho de 2007.
- [22] OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ADMINISTRATION. Sampling and Analytical Methods ID 121 - Metal & Metalloid Particulates in Workplace Atmospheres (Atomic Absortion) Disponível em: <http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id121/id121.html> Acesso em: 06 de Julho de 2007.

- [23] OSTIGUY C.; ASSELIN P.; MALO S. The emergence of manganese-related health problems in Quebec: an integrated approach to evaluation, diagnosis, management and control. **NeuroToxicology** 27, p. 350–356, 2006.
- [24] PIRES I.; QUINTINO L.; MIRANDA R. M. Analysis of the influence of gas mixtures on the gas metal arc welding metal transfer modes and fumes formation rate. **Materials and Design** 28, p.1623–1631, 2007.
- [25] QUITES A. M.; DUTRA J. C. Tecnologia da Soldagem a Arco Voltaico. Florianópolis, EDEME, 1979.
- [26] RAMALHO J. P. Introdução a Tecnologia de Soldagem, 1993. Disponível em: www.infosolda.com.br Acesso em: 30 de Abril de 2007.
- [27] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Air Quality Guidelines – Second Edition. Chapter 6.8 Manganese. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2001. Disponível em: <http://www.euro.who.int/> Acesso em: 28 de Junho de 2007.
- [28] YU I. J.; PARK J. D.; PARK E. S.; SONG K. S.; HAN K. T.; HAN J. H.; CHUNG Y. H.; CHOI B. S.; CHUNG K. H.; CHO M. H. Manganese Distribution in Brains of Sprague-Dawley Rats After 60 Days of Stainless Steel Welding-Fume Exposure. **NeuroToxicology** 24, p. 777–785, 2003.
- [29] ZIMMER A. T.; BISWAS P. Characterization of the aerosols resulting from arc welding processes. **Aerosol Science** 32, p. 993-1008, 2001.
- [30] ZOOROB G. K.; McKIERNAN J. W.; CARUSO J. A. ICP-MS for Elemental Speciation Studies. **Mikrochimica Acta**, 128, p. 145-168, 1998.
- [31] INSTITUTE FOR HEALTH AND CONSUMER PROTECTION. Guidance Document on the Determination of Particles Size Distribution, Fibre Length and Diameter Distribution of Chemical Substances. **Toxicology and Chemical Substances European Chemicals Bureau**, p. 6, 2002. Disponível em: <http://ecb.jrc.it/Documents/Testing-Methods/GDoc-Granulometry-draft-web.pdf> Acesso em: 03 de Julho de 2008.

ANEXOS

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

For welding consumables and related products

Conforms to Workplace Hazardous Materials Information System (WHIMS) Rev. Nov. 1988

May be used to comply with Osha's Hazard Communication Standard, 29 CFR 1910.1200. Standard must be consulted for specific requirements.

Maybe used to comply with **Council Directive 2006/121/EC** relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substances.

Blank spaces are not permitted. If any item is not applicable, or no information is available, the space must be marked to indicate that.

Section I – Product and Company Identification

Supplier:

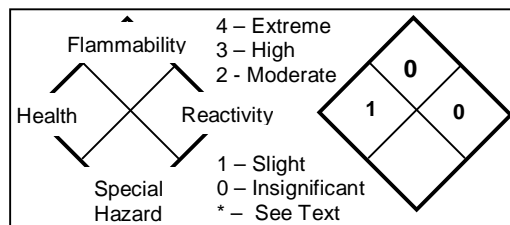
Product produced, MSDS prepared by:
Böhler Schweißtechnik Austria GmbH,
Böhler Welding St. 1, A-8605 Kapfenberg,
for further information contact:
Hr. G. Titjung,

Tel: +43/3862 301-28259,
Fax: +43/3862 301 95259

Products: BÖHLER FOX UNA

Prod. Type: SMAW electrode, unalloyed, rutile coated

Section II – Hazards Identification



General:

Different kinds of fume and dust occur during the welding and grinding process. Chromium-VI compounds and nickel oxides might occur, which are classified as carcinogenic. In addition irritant substances such as fluorides and manganese oxides as well as fine dusts (mostly iron oxides) occur.

Health Hazards (acute and chronic)

Welding electrodes and wires are non-hazardous solids at ambient temperature. Actual exposure should be determined by monitoring the fume in the operator's breathing zone. Compounds of Chromium and Nickel in the fume should be considered possible carcinogens per OSHA 29. CFR 1910.1200. No clear association, however, has been established between Cr and Ni in welding fume and the development of cancer.

Short term overexposure to welding fumes may result in discomfort such as metal fume fever, dizziness, nausea, or dryness or irritation of nose, throat or eyes and may aggravate pre-existing respiratory problems (e.g. asthma, emphysema). See **SECTIONS IV and VII**. Exposure to extremely high levels of fluorides can cause abdominal pain, diarrhea, muscular weakness, and convulsions. In extreme cases it can cause loss of consciousness and death.

Long term overexposure to welding fumes can lead to siderosis (iron deposits in lung) and may affect pulmonary function. Manganese overexposure can affect the central nervous system, resulting in impaired speech and movement. The primary entry route for welding fumes and gases is by inhalation. Bronchitis and some lung fibrosis have been reported. Repeated exposure to fluorides may cause excessive calcification of the bone and calcification of ligaments of the ribs, pelvis and spinal column. May cause skin rash.

Overexposure to hexavalent chromium and nickel present in welding fume can present the risk of lung cancer, asthma and damage to the nose and skin.

Arc Rays can injure eyes and burn skin. **Electric Shock** can kill. Before use, read and understand the manufacturer's instructions, MSDSs, and your employer's safety practices. Keep your head out of the fumes. Use enough ventilation, exhaust at the arc, or both, to keep fumes and gases from your breathing zone and the general area. Wear correct eye, ear, and body protection.. Do not touch live electrical parts. See American National Standard Z49.1, and OSHA Safety and Health Standards.

Carcinogenicity

NICKEL: The International Agency for Research on Cancer indicates nickel refining and "certain nickel compounds" were cancer-causing, but could not state with certainty which forms of nickel may be carcinogenic. The National Toxicology Program lists nickel powder, nickel subsulfide, nickel oxide, nickel carbonate, nickel carbonyl and nickelocene as substances "that may reasonably be anticipated to be carcinogens." Because of this, the OSHA Hazard Communication Standard requires that everyone who manufactures or imports these substances or mixtures or alloys containing these substances must warn of a cancer hazard on their MSDS's and labels. This warning is mandated by OSHA even though studies have not demonstrated cancer risks associated with the use of nickel. Intramuscular injection and implantation of nickel powder produced localized tumors in rats and mice. Inhalation studies using animals showed no evidence of carcinogenicity.




CHROMIUM: The International Agency for Research on Cancer and The National Toxicology Program indicates there is sufficient evidence for carcinogenicity of chromium compounds both in humans and experimental animals. IARC notes that "the compounds responsible for the carcinogenic effect in humans cannot be specified." Studies with chromium metal and trivalent forms of chromium compounds have shown inadequate evidence for carcinogenicity in both animals and humans.

CRYSTALLINE SILICA: The National Toxicology Program indicates there is sufficient evidence for the carcinogenicity of respirable crystalline silica in experimental animals. Increases in incidence of lung cancers have been found in inhalation studies in rats. An IARC working group reported there is limited evidence for the carcinogenicity of crystalline silica in humans..

Other precautions: Electric shock from arc welding equipment can kill. When welding arc or torch flame may be a source of ignition of combustible.

Section III – Composition/Information on Ingredients

Important: This section covers the materials from which this product is manufactured. The fumes and gases produced during normal use when welding with this product are covered by section X. Consult local authorities for acceptance exposure limits.

Ingredient	CAS No. EINECS	Risk category	Danger icon	Security category	OSHA PEL mg/m ³	ACGIH TLV mg/m ³	Wt %
Carbon (C)	7440-44-0 231-153-3		Not listed		5.0 (respirable) 15.0 (total dust)	3.0 (respirable) 10.0 (inhalable)	<0.06
Silicon (Si)	7440-21-3 231-130-8		Not listed		10.0	5.0	<0.05
Manganese (Mn)	7439-96-5 231-105-1	48/20	Xn 	24 25	5.0 (fume)	0.2	<3
Iron (Fe)	7439-89-6 231-096-4		Not listed		10.0	5.0	Rem
Nickel (Ni)	7440-02-0 231-111-4	40 43	Xn 	(2) 22 36	1.0	1.5	<0.1
Silicon Dioxide (SiO ₂)	14808-60-7 238-878-4		Not listed		10/(%SiO ₂ +2) (respirable) 30/(%SiO ₂ +2) (total dust)	0.1 (respirable)	<3.5
Titanium Dioxide (TiO ₂)	13463-67-7 236-675-5		Not listed		15.0	10.0	<20
Calcium Carbonate (CaCO ₃)	1317-65-3 207-439-9		Not listed		5.0 (respirable) 15.0 (total dust)	10.0	<3
Potassium Silicate (K ₂ SiO ₃)	1312-76-1 215-199-1		Not listed		5.0 (respirable) 15.0 (total)	10.0 (inhalable) 3.0 (respirable)	<2
Sodium Oxide (Na ₂ O)	1313-59-3 215-208-9	14 34	C 	8 26 30 36/37/39	5.0 (respirable) 15.0 (total)	10.0 (inhalable) 3.0 (respirable)	<1
Organic Materials	unregistered		Not listed		Not listed	Not listed	<5
Cellulosic	9004-34-6 232-674-9		Not listed		5.0 (respirable) 15.0 (total)	10.0	<5
Silicon, crystalline – fused (Si)	60676-86-0 262-373-8		Not listed		10/(%SiO ₂ +2) (respirable)	0.1 (respirable)	<0.15
Zirconium Dioxide (ZrO ₂)	1314-23-4 215-227-2		Not listed		5.0	5.0	<0.5
Molybdenum (Mo)	7439-98-7 231-107-2		Not listed		15.0	10.0	<0.5
Aluminium Oxide (Al ₂ O ₃)	1344-28-1 215-691-6		Not listed		5.0 (respirable) 15.0 (total)	10.0 (inhalable)	<2.5

(LD₅₀, LC₅₀) Lowest published toxic concentration.

TLV-PEL for water soluble chromium (VI) is 0.05 milligrams per cubic meter. The OSHA PEL is a plafond value that shall not be exceeded at any time. The TLV for insoluble chromium (VI) is 0.01 milligrams per cubic meter.

* The term „Hazardous“ in „Hazardous Ingredients“ should be interpreted as a term required and defined in the OSHA Hazard Communication Standard (29 CFR Part 1910.1200) and does not necessarily imply the existence of any hazard.

WARNING: This product contains or produces a chemical known to the state of California to cause cancer.

WARNING: This product contains or produces a chemical known to the state of California to cause birth defects or other reproductive harm.

IMPORTANT: This section covers the material from which this product is manufactured. The fumes and gases produced during welding with this product are covered by SECTION VI.

Section IV – Emergency and first aid procedures

Remove from dust or fume exposure. If breathing has stopped perform artificial respiration. Summon medical aid immediately.

Inhalation:	If breathing is difficult, provide fresh air and call physician.
Eye contact:	For radiation burns due to arc flash, see physician.
Skin contact:	For skin burns from arc radiation, see physician.
General:	Move to fresh air and call for medical aid

Section V – Fire fighting measures

Flash Point (Method used)	Flammable Limits	LEL	UEL
non-flammable	N/A	N/A	N/A
Extinguishing Media	N/A		
Special fire fighting procedures:		N/A	
IMPORTANT! Product is non flammable! Welding arc and spark can ignite combustibles and flammables. Refer to ANSI/ASC Z 49.1-1983 Section 6 for fire prevention during the use of welding and allied products.			
Unusual fire and explosion hazards: N/A			
Section VI – Accidental release measures			
Personal precautions:		refer to section VIII	
Environmental precautions:		refer to section XIII	
Methods for cleaning up:		refer to section XIII	
Section VII – Handling and Storage			
Steps to be taken in case material is released or spilled N/A			
Precautions to be taken in handling and storing: Avoid humidity and temperature shocks.			
Other precautions: Electric shock from arc welding equipment can kill. When welding welding arc or torch flame may be a source of ignition of combustible.			
Keep separate from chemical substances like acids which could cause chemical reactions.			
Section VIII – Exposure Controls/Personal Protection			
Components with working place related limit values which must be supervised			
Identification of the Substance	CAS no.	limit value according to the “Grenzwerteverordnung 2003-GKV 2003” [Limit Value Ordinance] and/or to the Arbeitnehmer(Innen) schutzrahmenrichtlinie RL 89/391/EWG [Frame directive for industrial safety]	
Nickel oxide	1313-99-1	E 0.5 mg/m³ (TRK)	
Manganese oxide (Mn3O4)	1317-35-7	E 0.5 mg/m³ (MAK)	
Chromium-VI compounds (Details see section XI)	13765-19-0	E 0.1 mg/m³ (TRK) PEL=0.005mg/m³ (OSHA value) TLV=0.1mg/m³ (OSHA value)	
Fluorides:	---	E 2.5 mg/m³ (MAK)	
Biologically inert suspended matter	---	E 15 mg/m³ (MAK)	A 6 mg/m³ (MAK) yearly average
Personal safety equipment			
General protection and hygienic			
Special protection information and precautions :			
Read and understand the manufacturer's instruction and the precautionary label on the product. See American National Standard Z49.1 and OSHA Publication (29 CFR 1910 Hazard Communication Standard for more detail on many of the following.			
Ventilation: Use enough ventilation, local exhaust at the arc, or both, to keep the fumes and gases from the worker's breathing zone and the general area. Train the welder to keep his head out of the fumes. Keep exposures as low as possible			
Respiratory Protection: Use respirable fumes respirator or air supplied respirator when welding in confined space or where local exhaust or ventilation does not keep exposure below the recommended exposure limit.			
Hand protection: Heat protection gloves (non-combustible)			
Material for gloves: Gloves made of leather			
Eye Protection: Wear helmet or use face shield with filter lens. Provide protective screens and flash goggles, if necessary, to shield others. As a rule of thumb, start with a shade that is too dark to see the weld zone. Then go the next lighter shade which gives sufficient view of the weld zone.			
Protective Clothing: Wear hand, head, and body protection which help to prevent injury from radiation, sparks, and electrical shock. See ANSI Z49.1. At a minimum this includes welder's gloves and a protective face shield, and may include arm protectors, aprons, hats, shoulder protection, and well as dark substantial clothing. Train the welder not to touch live electrical parts and to insulate himself from work and ground.			
Section IX – Physical and Chemical Properties			
Boiling Point	N/A	Specific Gravity (H2O = 1)	N/A
Vapour Pressure (mm Hg.)	N/A	Melting Point	N/A
Vapour Density (air = 1)	N/A	Evaporation Rate (Butyl Acetate = 1)	N/A
Solubility in Water	insoluble		
Appearance and Odour	N/A		
Physical data such as odor, vapor pressure, density, evaporation rate and freezing or boiling points are not listed as they are not applicable to this product and its use.			

Section X – Stability and Reactivity

Stability	Unstable	-	Conditions to avoid	N/A
	Stable	X		
Incompatibility (Materials to avoid):				N/A

Hazardous Decomposition or by-products:

Important: Welding fumes and gases cannot be classified simply. The composition and quantity of both are dependent upon the metal being welded, and the process, procedures, and electrodes used. Other conditions which also influence the composition and quantity of the fumes and gases to which workers may be exposed include: coatings on the metal being welded (such as paint, plating, galvanising, or phosphate coatings on steels which would produce phosphine gas), the number of welders and the volume of the work area, the quality and amount of ventilation, the position of the welder's head with respect to the fume plume as well as the presence of contaminants in the atmosphere (such as chlorinated hydrocarbon vapours from cleaning and degreasing activities which may be decomposed by the arc into toxic gases such as phosgene).

When the electrode is consumed, the fume and gas decomposition products generated are different in percent and form from the ingredients listed in **SECTION III**. Fume and gas decomposition products, and not the ingredients in the electrode are important. The concentration of a given fume or gas component may decrease or increase by many times the original concentration in the electrode. Also, new compounds not in the electrodes may form. Decomposition products of normal operation include those originating from the volatilization, reaction, or oxidation of the materials shown in **SECTION III**, plus those from the base metal and coating, etc..., as noted above.

Reasonably expected fume constituents of this product would include: Example for Carbon dioxide shielded flux-cored electrode (AWS 5.20 E70-T-1): Reasonably expected fume constituents of this product would include: primarily oxides of Iron; secondarily complex oxides of Manganese, Silicon, Titanium and Sodium. The present ACGIH TLV for Manganese, 0.2 mg/m³ will result in a significant reduction from the 5 mg/m³ general welding fume (NOC) level. Example for Stainless Steel covered electrodes (AWS 5.4): Reasonably expected fume constituents of this product would include: primarily fluorides and complex oxides of Iron and Silicon, secondarily complex oxides of Manganese, titanium, chromium, nickel, sodium and potassium. **The present 1995 OSHA PEL (Permissible Exposure Limit) for hexavalent Chromium (Cr⁺⁶) is 0.05 mg/m³ which will result in a significant reduction from the 5 mg/m³ general welding fume (NOC) level.** The limit of 0.05 mg/m³ for hexavalent chromium from the decomposition products in these electrodes comes from the limit shown at the bottom of OSHA Table Z-2, which is for 0.1 mg of CrO₃ - which calculates to 0.05 mg of Cr⁺⁶/m³. It applies to soluble chromates of the types found in covered stainless electrode fumes. Reasonably expected gaseous constituents would include Carbon monoxide and Carbon dioxide. Ozone and nitrogen oxides may be formed by the radiation from the arc. One recommended way to determine the composition and quantity of fumes and gases to which workers are exposed is to take an air sample from inside the welder's helmet if worn or in the worker's breathing zone. See ANSI/AWS F1.1 and ANSI/AWS F1.2-1992

Hazardous/Polymerisation	May occur	-	Conditions to avoid	N/A
	Will not occur	X		

Section XI – Toxicological Information

Acute lethality values:

LC₅₀ means the concentration of a substance in air that when administered by means of inhalation over a specified length of time in an animal assay, is expected to cause the death of 50% of a defined animal population.

LD₅₀ means the single dose of a substance that, when administered by a defined route in an animal assay, is expected to cause the death of 50 % of a defined animal population.

Threshold Limit Value: The **ACGIH** recommended general limit for Welding Fume NOC – (Not Otherwise Classified) is 5 mg/m³. The **TLV-TWA** is the time weighted average concentration for a normal 8-hour workday and a 40 hour workweek, to which nearly all workers may be repeatedly exposed, day after day, without adverse effect. See Section X for specific fume constituents which may modify this TLV. Threshold Limit Values are figures published by the American Conference of Government Industrial Hygienists.

Route(s) of entry Inhalation (**) Skin (***) Ingestion (not likely)

**** Inhalation of fume.**

***** Rays from welding operations can injure eyes and burn skin.**

Workers exposed to hexavalent chrome (Cr+6) are at an increased risk of developing lung cancer. It is also possible that occupational exposure to (Cr+6) may result in asthma, and damage to the nasal epithelia and skin. To avoid any risk follow the requirements of the OSHA rule for hexavalent chromium published on February 28, 2006 in the U.S. Federal Register, pages:10099-10385 which established an 8-hour time-weighted average (TWA) exposure limit of 5 micrograms of hexavalent chrome per cubic meter of air (5 µg/m³). This is a considerable reduction from the previous PEL of 1 milligram per 10 cubic meters of air (1 mg/10 m³, or 100 µg/m³) reported as CrO₃, which is equivalent to a limit of 52 µg/m³ as (Cr+6)). This rule also contains ancillary provisions for worker protection such as requirements for exposure determination, preferred exposure control methods, including a compliance alternative for a small sector for which the new PEL is infeasible, respiratory protection, protective clothing and equipment, hygiene areas and practices, medical surveillance, recordkeeping, and start-up dates that include four years for the implementation of engineering controls to meet the PEL.

Section XII – Ecological Information

Welding consumables and materials could degrade/weather into components originating from the consumables or from the materials used in the welding process. Avoid exposure to conditions that could lead to accumulation in soils or groundwater.

Section XIII – Disposal Considerations

Waste Disposal Method: Prevent waste from contaminating the surrounding environment. Discard any product, residue, disposable container or liner in an environmentally acceptable manner, in full compliance with federal, state and local regulations

Section XIV – Transport Information

No international regulations or restrictions are applicable

Section XV – Regulatory Information

This product has been classified in acc. with the hazard criteria of the Controlled Products Regulations and the MSDS contains all the information required by the Controlled Products Regulation.
 Read and understand the manufacturer's instructions, your employer's safety practices and the health and safety instructions on the label. Observe any federal and local regulations. Take precautions when welding and protect yourself and others.

In this publication, reference is made to the standards listed below. Copies are available from the indicated sources.

American Welding Society, Inc.
 550 N.W. LeJeune Road
 Miami, FL 33126
AWS F1.1-1992

Methods for Sampling Airborne Particulates Generated by Welding and Allied Processes
AWS F1.2-1992

Laboratory Method for Measuring Fume Generation Rates and Total Fume Emission for Welding and Allied Processes

American National Standards Institute
 11 West 42nd Street
 New York, NY 10036
 ANSI Z49.1-1994 Safety in Welding, Cutting and Allied Processes

Superintendent of Documents Administration
 U.S. Government Printing Office

Washington, DC 20402
 OSHA Standard 29 CFR 1910 Toxic and Hazardous Substances
 Subpart Z
 1910.1000 Air Contaminants Table Z-2

U.S. Department of Labor
 Occupational Safety and Health Administration
 200 Constitution Avenue
 Room N-3101
 Washington, DC 20210
 OSHA Standard 29 CFR
 Material Safety Data Sheet (Non-Mandatory Form) 1910.1200

Environmental Protection Agency
 401 M Street, S.W.
 Washington, DC 20460
 Sections 311, 312, 313
 Emergency Planning and Community Right-To-Know Act of 1986 (EPCRA)

American Conference of Governmental Industrial Hygienists
 Technical Affairs Office
 Kemper Woods Center
 1330 Kemper Meadow Drive
 Cincinnati, OH 45240

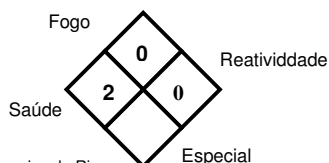
Threshold Limit Values (TLVs) for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices (BEIs)

Guide to the adjustment of permissible exposure values (PEVs) for unusual work schedules
 Reference manual for the WHMIS requirements of the hazardous products act and controlled products regulations.

Section XVI – Other Information

The information of this MSDS was obtained from sources we believe are reliable. However, this information is provided without any representation of warranty, expressed or implied, regarding accuracy or correctness.

Classificação HMIS



Categorias de Risco
4 – Extremo
3 – Alto
2 – Moderado
1 – Leve
0 – Insignificante

Ficha de Segurança de Produto

Material Safety Data Sheet - MSDS

I. Identificação do Produto

Tipo de Produto – OK AUTROD

Fabricante – ESAB S.A. Indústria e Comércio

Telefone 55 31 3369 4333

Endereço – Rua Zezé Camargos, 117
Contagem /MG – Brasil
32.210-080

Emergência 55 31 3369 4333

COMPOSIÇÃO APROXIMADA DOS ARAMES SÓLIDOS PARA SOLDAGEM PELO PROCESSO GMAW(MIG-MAG).

	Mn	Ni	Cr	Nb	Mo	Ti	Si	F	Al	Cu	Fe	V
	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*
OK AUTROD 12.51	1.40 - 1.85	-	-	-	-	-	0.80 - 1.15	-	-	<0.5	X	-
OK AUTROD 12.71	1.40 - 1.85	-	-	-	-	-	0.80 - 1.15	-	-	<0.5	X	-
OK MIG 6	1.40 - 1.85	-	-	-	-	-	0.80 - 1.15	-	-	<0.5	X	-

COMPOSIÇÃO APROXIMADA DOS ARAMES SÓLIDOS PARA SOLDAGEM PELO PROCESSO SAW (ARCO SUBMERSO)

	Mn	Ni	Cr	Nb	Mo	Ti	Si	F	Al	Cu	Fe	V
	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*
OK AUTROD 12.10	0.25 - 0.60	-	-	-	-	-	X	-	-	<0.35	X	-
OK AUTROD 12.20	0.80 - 1.25	-	-	-	-	-	0.10 - 0.35	-	-	<0.35	X	-

Notas: X indica material presente
* Na forma de liga metálica

A **ESAB S.A. Indústria e Comércio** solicita aos usuários destes produtos o estudo desta Ficha de Segurança de Produto (MSDS) com o objetivo de se conscientizar dos perigos e informações de segurança pertinentes. Para promover o uso seguro deste produto o usuário deverá (1) notificar seus empregados, agentes e contratados das informações desta MSDS e quaisquer perigos e informações de segurança contidas nesta, (2) fornecer as mesmas

informações a cada um dos consumidores destes produtos e (3) solicitar a estes consumidores que notifiquem seus empregados e, outros consumidores, dos riscos e informações de segurança.

II. Componentes Perigosos

IMPORTANTE: Esta seção cobre os materiais (matérias primas) a partir dos quais são fabricados os produtos. Os fumos e gases normalmente produzidos durante o uso normal destes produtos são cobertos na Seção V. PERIGOSO pode ser interpretado como um termo definido por Leis, Estatutos e Regulamentações não implicando necessariamente na existência de algum risco quando os produtos são usados conforme recomendado pela **ESAB S.A. Indústria e Comércio**.

Material	(CAS N°)	SARA	ACGIH TLV (1998) TWA (mg/m ³)	OSHA PEL (1993) TWA (mg/m ³)	STEL(mg/m ³)
Alumínio	(7429-90-5)		5 (Fumo)	5 (Fume)	-
Óxido de Alumínio	(1344-28-1)		10	5 (Respirável)	-
Carbonato de Bário	(513-77-9)	*	0.5 (Compostos solúveis, como Ba)	0.5 (Compostos solúveis, como Ba)	-
Óxido de Bário	(1304-28-5)	*	0.5 (Compostos solúveis)	0.5 (Compostos solúveis)	-
Boro	(7440-42-8)		10 (Óxido)	15 (Óxido, Particulado total)	-
Carbonato de Cálcio	(1317-65-3)		10	5 (Fração respirável)	-
Óxido de Cálcio	(1305-78-8)		2	5	-
Celulose	(9004-34-6)		10	5 (Fração respirável)	-
Cromo	(7440-47-3)	*	0.5 (Metal)	1 (Metal)	-
			0.05 (CrIV)	C0.1 (como Cromato)	-
Cobre	(7440-50-8)		0.2 (Fumo)	0.1 (Fumo)	-
Fluorita	(7789-75-5)		2.5 (como F)	2.5 (como F)	-
Ferro	(7439-89-6)		5 (Fumos de óxido)	10 (Particulado total)	-
Óxidos de Ferro	(7439-89-6)		5 (Fumos de óxido)	10 (Particulado total)	-
Magnésio	(1309-48-8)		10 (Fumos de óxido)	15 (Fumo, Particulado total)	-
Óxido de Magnésio	(1309-48-4)		10 (Fumo)	15 (Fumo, Particulado total)	-
Manganês	(7439-96-5)	*	0.2 (Fumo)	1 (Fumo)	3
Óxido de Manganês	(1344-43-0)	*	0.2	C5	-
Molibdênio	(7439-98-7)		5 (Solúvel)	5 (Solúvel)	-
Níquel	(7440-02-0)	*	0.1 (Solúvel)	0.1 (Solúvel)	-
Nióbio	(7440-03-1)		10 (Particulado)	5 (Pó respirável)	-
Feldspato de Potássio	(68476-25-5)		10 (Particulado)	5 (Fração respirável)	-
Titanato de Potássio	(12030-97-6)		10 (Particulado)	5 (Fração respirável)	-
Silica, na forma de Quartzo	(14808-60-7)		0.1	0.05 (Pó respirável)	-
Silício	(7440-21-3)		10 (Pó)	5 (Respirável)	-
Fluoretos de Alumínio e Sódio	(15096-52-3)		2.5 (como F)	2.5 (como F)	-
Titanato de Sódio	(12034-34-2)		10 (Particulado)	5 (Fração respirável)	-
Dióxido de Titânio	(1363-67-7)		10 (Pó)	5 (Respirável)	-
Vanádio	(7440-62-2)	*	0.05(V ₂ O ₅ , fumo)	0.05(V ₂ O ₅ , fumo)	C 0.1
Compostos de Zircônio	(7440-67-7)		5 (como Zr)	5 (como Zr)	10

Notas: Na tabela, o asterísco (*) após o número **CAS** indica material tóxico conforme os requisitos da **Section 313 of the Emergency Planning and Community Right-To-Know Act of 1986 (SARA) and 40 CFR Part 372**.

Muitos dos produtos não contém todos os materiais listados. Para maiores detalhes ver a TABELA DE COMPOSIÇÃO na Seção I.

Na tabela acima, “C” indica “Limite Máximo”

III. Dados Físicos

Como embalado, estes produtos não são inflamáveis, explosivos, reativos ou perigosos.

Estado físico: GÁS () LÍQUIDO () SÓLIDO (X)

Odor: Inodoro.

IV. Informações sobre Fogo e Explosão

Inflamável/Explosivo: NÃO (X) SIM ()

Sob quais condições: Somente a embalagem do produto queimará.

Informações sobre extinção: Estes produtos não são inflamáveis, entretanto, o arco elétrico e respingos podem provocar ignição em combustíveis ou materiais inflamáveis. Utilize as informações recomendadas para extinção em caso incêndio. Ver ANSI Z49.1 “Safety in Welding and Cutting” and “Safe Practices” Code: SP, publicado pela American Welding Society, P. O. Box 351040, Miami, FL 33135, e NFPA 51B “Cutting and Welding Processes,” publicado pelo National Fire Protection Association, Batterymarch Park, Quincy, MA 02269 para informações adicionais quanto a prevenção e proteção quanto ao fogo.

V. Informações sobre Reatividade

Estabilidade: Estável (X) Instável () Não irá ocorrer polimerização

Produtos incompatíveis: Desconhecido

Produtos de decomposição perigosos: Fumos e gases de soldagem não podem ser classificados de maneira simples. A composição e quantidade dependerá do material com o qual se está trabalhando, do processo, procedimento e consumível utilizado. Outras condições que podem influenciar a composição e quantidade de fumos e gases que os trabalhadores estão expostos incluem : revestimento do material a ser soldado (como pintura, eletrodeposição ou galvanização), o número de operações de soldagem e o volume da área de trabalho, a qualidade e quantidade de ventilação, a posição da cabeça do soldador com relação aos fumos, bem como a presença de contaminantes na atmosfera (como vapores de hidrocarbonetos clorados originados de operações de limpeza ou pintura). Quando os materiais são consumidos os fumos e gases gerados por decomposição são diferentes em percentual e forma dos compostos listados na Seção II. Os produtos de decomposição originados de operações normais incluem aqueles originados por volatilização, reação ou oxidação de ingredientes, material a ser soldado e seu revestimento, entre outros.

Os produtos de decomposição razoavelmente esperados do uso normal destes produtos incluem complexos de óxidos e fluoretos dos materiais listados na Seção II, bem como monóxido e dióxido de carbono e óxido de nitrogênio (referente a “Characterization of Arc Welding Fume” publicado pela American Welding Society). O LIMITE DE TOLERÂNCIA (TLV) PARA MANGANÊS (0.2 mg/m³) PODE SER ALCANÇADO ANTES DO LIMITE GERAL PARA FUMOS DE SOLDAGEM DE 5 mg/m³ SER ALCANÇADO. A única maneira verdadeira de identificar os produtos de decomposição é pela amostragem e análise. A composição e quantidade dos fumos e gases que o trabalhador é exposto pode ser determinada por uma amostra obtida no interior da máscara do soldador ou próximo a região de respiração. Ver ANSI/AWS F1.1 “Method for Sampling Airborne Particles Generated by Welding and Allied Processes,” publicado pela American Welding Society.

VI. Informações sobre Riscos para Saúde

Trabalhos com Arco Elétrico podem causar um ou mais dos seguintes riscos físicos e a saúde. Fumos e gases podem ser perigosos para saúde. Choque elétrico pode causar a morte. O Arco pode causar lesões na visão e queimaduras na pele. O ruído pode causar danos a audição. **Formas de exposição excessiva:** A forma primária de absorção dos produtos decompostos é por inalação. Contato pela pele, olhos e ingestão são possíveis. Absorção por contato através da pele é improvável. Quando os produtos são utilizados como recomendado pela **ESAB S.A. Indústria e Comércio**, e a ventilação mantém a exposição aos produtos de decomposição abaixo dos limites recomendados nesta seção, a exposição excessiva é improvável.

Exposição excessiva aguda (curto prazo) aos gases, fumos e poeira podem provocar irritação no olhos, pulmões, nariz e garganta. Alguns gases tóxicos associados a soldagem podem provocar edema pulmonar, asfixia e morte. Os sinais e sintomas da exposição excessiva incluem olhos lacrimejando, irritação no nariz e garganta, dores de cabeça, vertigens, dificuldade de respiração, tosse frequente ou dores no peito. Poeira gerada do escoamento ou outras formas de manuseio dos fluxos pode causar irritação no olhos, pulmões, nariz e garganta. Ingestão de óxido de bário pode resultar em severas dores, vômitos, paralisia e morte.

Condições médicas pré-existent agravadas pela exposição excessiva: Indivíduos com alergias e deficiências respiratórias podem ter sintomas agravados pela exposição aos fumos de soldagem, entretanto, tal reação não pode ser predita devido a variação da composição e quantidade dos produtos da decomposição.

Exposição excessiva crônica (prolongada) aos contaminantes do ar podem levar a acumulação nos pulmões, uma condição que pode ser visualizada através de áreas densas em Raio-X do tórax. A severidade da alteração é proporcional a exposição. As mudanças visualizadas não são necessariamente associadas a sinais e sintomas da redução das funções pulmonares e ou doenças. Complementando, as mudanças no resultado dos exames de Raio-X podem ser causadas por fatores não relacionados ao trabalho como o fumo. A absorção crônica de fluoretos pode causar osteoporose e manchas nos dentes. Exposição excessiva a compostos de manganês pode afetar o sistema nervoso central, apresentando sintomas como apatia, sonolência, fraqueza muscular, distúrbios emocionais e dificuldade de locomoção. Exposição excessiva a sílica cristalina respirável pode resultar em silicose, doença degenerativa dos pulmões.

Limite de Exposição para os ingredientes listados na Seção II. O limite OSHA TWA 1989 para fumos de soldagem é de 5 mg/m³. Os TLV-TWAs poderiam ser utilizado como um guia no controle dos riscos a saúde e não como um referencial entre a condição segura e concentrações excessivas. Quando estes produtos são utilizados como recomendado pela **ESAB S.A. Indústria e Comércio**, e medidas preventivas como recomenda esta MSDS são tomadas, a exposição excessiva a substâncias perigosas não irá ocorrer.

Medidas de Primeiros Socorros em Caso de Emergência : Em caso de emergência, chame ajuda médica. Empregue técnicas de primeiros socorros recomendadas pela Cruz Vermelha. **SE A RESPIRAÇÃO ESTIVER DIFÍCIL**, forneça oxigênio e chame um médico. **EM CASO DE CHOQUE ELÉTRICO**, desligue a fonte de energia. Se não tiver respiração, inicie respiração artificial, preferencialmente boca a boca. Se não detectar pulso, inicie ressuscitação cardio pulmonar e chame imediatamente um médico. **PARA QUEIMADURAS COM ARCO**, aplique compressas frias e limpas e chame um médico.

Componentes cancerígenos: Sílica cristalina respirável, níquel e cromo podem ser considerados como possivelmente cancerígenos de acordo com OSHA (29CFR1910.1200). O nível de exposição deve ser mantido abaixo dos níveis especificados na Seção II.

VII. Precauções para Manuseio Seguro e Medidas de Controle Aplicáveis

Leia as instruções do fabricante na embalagem do produto. Ver American National Standard Z-49.1, "Safety in Welding and Cutting," publicado pela American Welding Society, P. O. Box 351040, Miami, FL 33135 e OSHA Publication 2206

(29 C.F.R. 1910), U.S. Government Printing Office, Superintendent of Documents, P.O. Box 371954, Pittsburgh, PA 15250-7954 para maiores detalhes a respeito das informações a seguir:

Ventilação: Use ventilação suficiente para manter os fumos e gases abaixo dos limites de tolerância (TLV's) na região de respiração do soldador e demais áreas em geral. Treine o soldador para que mantenha sua cabeça fora dos fumos.

Proteção Respiratória: Use máscara contra fumos ou respirador que forneça suprimento de ar quando a soldagem for executada em local confinado ou a ventilação não for suficiente para manter a exposição abaixo dos limites de tolerância (TLV's).

Proteção dos Olhos: Utilizar proteção adequada para os olhos como óculos de segurança e máscaras com filtro de luz para proteção contra fagulhas, respingos e radiação.

Roupas de Segurança: Proteger a cabeça, mãos e corpo com o objetivo de prevenir possíveis danos provocados por radiação, fagulhas e choque elétrico (ver ANSI Z-49.1). Como mínimo, isto inclui o uso de luvas, avental, botas, toca e máscara. O soldador deve ser treinado a não tocar em partes elétricas expostas e a isolá-las

Procedimento em caso de vazamento/derramamento : NÃO APLICÁVEL

Método de Disposição de Resíduos: Evite contaminar o meio ambiente com os resíduos. Disponha o produto e os resíduos de forma adequada de acordo com a legislação Federal, Estadual e Municipal vigente.

As opiniões expressadas nesta MSDS são aquelas de profissionais qualificados da **ESAB S.A. Indústria e Comércio**. Nós acreditamos que as informações e dados contidos nesta Ficha de Segurança de Produto (MSDS) são coerentes. Como as informações, opiniões e condições de uso não estão sob o controle da **ESAB S.A. Indústria e Comércio**, é obrigação do usuário determinar as condições para uso seguro do produto.